

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

СОГЛАСОВАНО



Генеральный директор  
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»  
А.Н. Пронин

М.п. «15» августа 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Комплексы метеорологические дорожные автоматизированные МКС-Д2

**Методика поверки**

МП 254-0210-2023

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

Инженер 2 кат. лаборатории испытаний  
в целях утверждения типа средств измерений  
аэрогидрофизических параметров  
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»  
Л.А. Чикишев

г. Санкт-Петербург  
2023 г.

## 1. Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на комплексы метеорологические дорожные автоматизированные МКС-Д2 (далее – комплексы МКС-Д2), предназначенные для автоматических измерений метеорологических параметров: атмосферного давления, температуры воздуха, относительной влажности воздуха, температуры дорожного полотна, температуры грунта, температуры точки замерзания, толщины слоя атмосферных осадков на поверхности дорожного покрытия, метеорологической оптической дальности (МОД), скорости и направления воздушного потока, количества и интенсивности атмосферных осадков

1.2 Методикой поверки должна обеспечиваться прослеживаемость комплексов МКС-Д2 к государственным первичным эталонам единиц величин: государственному первичному эталону единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С (ГЭТ34-2020), государственному первичному эталону единицы температуры-кельвина в диапазоне от 0,3 до 273,16 К (ГЭТ35-2021), государственному первичному специальному эталону единицы скорости воздушного потока (ГЭТ150-2012), к государственному первичному эталону единицы плоского угла (ГЭТ22-2014), государственному первичному эталону единиц относительной влажности газов, молярной (объемной) доли влаги, температуры точки росы/инея, температуры конденсации углеводородов (ГЭТ151-2020), государственному первичному эталону единицы давления для области абсолютного давления в диапазоне  $1 \times 10^{-1} \div 7 \times 10^5$  Па (ГЭТ101-2011), государственному первичному эталону единицы объема жидкости в диапазоне от  $1,0 \cdot 10^{-9} \text{ м}^3$  до  $1,0 \text{ м}^3$  (ГЭТ216-2018), государственному первичному эталону единицы длины-метра (ГЭТ2-2021), государственному первичному эталону единиц координат цвета, координат цветности и светового коэффициента пропускания (ГЭТ81-2023).

1.3 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 дорожного полотна, температуры грунта;
- косвенные измерения – при поверке ИК количества и интенсивности атмосферных осадков;
- прямые измерения – при поверке ИК толщины слоя воды, снега, льда на поверхности дорожного полотна, ИК МОД, температуры точки замерзания.

Комплексы МКС-Д2 подлежат первичной и периодической поверке.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в приложении Е.

Методикой поверки предусмотрена поверка для меньшего числа измерительных каналов и/или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

Примечания:

1 В случае выхода из строя первичного измерительного преобразователя комплекса МКС-Д2 в течение интервала между поверками допускается проводить ремонт вышедшего из строя первичного измерительного преобразователя (далее – ПИП) или его замену на однотипный, исправный, с проведением поверки ИК, в котором проводилась замена/ремонт ПИП, в объеме операций первичной поверки.

2 В случае добавления новых ИК к существующему комплексу МКС-Д2, имеющего действующую поверку, необходимо проведение поверки только вновь добавленных ИК в соответствии с утвержденной методикой поверки в объеме операций первичной поверки.

Результаты поверки комплексов МКС-Д2 по пунктам 1, 2 примечаний оформляются в установленном порядке.



## 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                    | 8.2                           |
| Проверка программного обеспечения                                                                   | да                                             | да                    | 9                             |
| Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия метрологическим требованиям: | да                                             | да                    | 10                            |
| –канала измерений атмосферного давления                                                             | да                                             | да                    | 10.1                          |
| –канала измерений температуры дорожного полотна                                                     | да                                             | да                    | 10.2                          |
| –канала измерений толщины слоя атмосферных осадков на поверхности дорожного покрытия                | да                                             | да                    | 10.3                          |
| –канала измерений температуры грунта                                                                | да                                             | да                    | 10.4                          |
| –канала измерений температуры воздуха                                                               | да                                             | да                    | 10.5                          |
| –канала измерений относительной влажности воздуха                                                   | да                                             | да                    | 10.6                          |
| –канала измерений скорости воздушного потока                                                        | да                                             | да                    | 10.7                          |
| –канала измерений направления воздушного потока                                                     | да                                             | да                    | 10.8                          |
| –канала измерений метеорологической оптической дальности                                            | да                                             | да                    | 10.9                          |
| –канала измерений количества и интенсивности атмосферных осадков                                    | да                                             | да                    | 10.10                         |
| –канала измерений температуры точки замерзания                                                      | да                                             | да                    | 10.11                         |
| Оформление результатов поверки                                                                      | да                                             | да                    | 11                            |

2.1 При отрицательных результатах одной из операций поверка прекращается.

## 3. Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки в лабораторных условиях рекомендуется соблюдать 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 комплекса МКС-Д2 в условиях его эксплуатации допускается соблюдать следующие требования:

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

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

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки и эксплуатационную документацию (далее ЭД), прилагаемую к комплексам МКС-Д2.

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<br>Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений) | Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от $-15^{\circ}\text{C}$ до $+45^{\circ}\text{C}$ с абсолютной погрешностью не более $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ;<br>Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 20 % до 90 %, с погрешностью не более $\pm 10\%$ ;<br>Средства измерений атмосферного давления в диапазоне измерений от 84 до 106 кПа, с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,2$ кПа | Термогигрометр ИВА-6, регистрационный номер в ФИФ по ОЕИ (далее – рег. №) 46434-11                                                             |
| п. 9<br>Проверка программного обеспечения                                                    | Персональный компьютер с терминальной программой                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Персональный компьютер с терминальной программой                                                                                               |
| п. 10.1<br>Определение метрологических характеристик канала измерений атмосферного давления  | Эталоны единицы абсолютного давления и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1} - 1 \cdot 10^7$ Па, утвержденной приказом Росстандарта № 2900 от 06.12.2019, в диапазоне измерений от 300 до 1100 гПа.<br>Вспомогательные технические средства: Устройство задания и поддержания давления                | Барометр образцовый переносной БОП-1М, рег. № 26469-17.<br><br>Вспомогательные технические средства: Устройство задания и поддержания давления |



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. 10.2<br/>Определение метрологических характеристик канала измерений температуры дорожного полотна</p> | <p>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 -40 °С до +80 °С;</p> <p>Вспомогательные технические средства:<br/>Камера климатическая, диапазон задания температур от -60 °С до +80 °С, нестабильность поддержания температуры <math>\pm 0,5</math> °С, внутренние габаритные размеры не менее 2500х2500х4000 мм<br/>Пластина алюминиевая 250*250*20 мм</p> | <p>Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8, рег. № 19736-11;<br/>Термометр сопротивления платиновый вибропрочный ПТСВ, рег. № 49400-12.</p> <p>Камера холода, тепла и влаги КХТВ-50</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. 10.3</p> <p>Определение метрологических характеристик канала измерений толщины слоя атмосферных осадков на поверхности дорожного покрытия</p> | <p>Средства измерений объема жидкости номинальной вместимостью 100 мл с абсолютной погрешностью не более <math>\pm 1</math> мл;</p> <p>Средства измерений наружных размеров в диапазоне измерений от 1 до 20 мм с абсолютной погрешностью не более <math>\pm 0,1</math> мм;</p> <p>Вспомогательные технические средства:</p> <p>Льдогенератор чешуйчатого льда;</p> <p>Камера климатическая, диапазон задания температур от <math>-40^{\circ}\text{C}</math> до <math>+60^{\circ}\text{C}</math>;</p> <p>Пипетка;</p> <p>Набор вспомогательных колец номинальной высотой не более 1,00; 2,00; 4,00, 10,00, 20,00 мм;</p> <p>Стеклопластиковая пластина толщиной не более <math>(10 \pm 0,5)</math> мм;</p> <p>Гиря весом не более 1 кг;</p> <p>Вспомогательная емкость</p> <p>Плита из бетона марки М800-М900, габариты 500*500*10 мм</p> | <p>Цилиндр 2-го класса точности Klin, рег. № 33562-06;</p> <p>Штангенциркуль ШЦ-1, рег. № 22088-07;</p> <p>Микрометр МК, рег. № 78936-20.</p> <p>Вспомогательные технические средства:</p> <p>Вспомогательная емкость (приложение Б)</p> <p>Набор вспомогательных колец номинальной высотой не более 1,00; 2,00; 4,00, 10,00, 20,00 мм; (приложение Б.1)</p> <p>Плита из бетона марки М800-М900 (приложение Б.1)</p> <p>Камера холода, тепла и влаги КХТВ-50</p> <p>Гиря весом не более 1 кг</p> <p>Стеклопластиковая пластина толщиной не более <math>(10 \pm 0,5)</math> мм;</p> |
| <p>п. 10.4</p> <p>Определение метрологических характеристик канала измерений температуры грунта</p>                                                 | <p>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 <math>-60^{\circ}\text{C}</math> до <math>+60^{\circ}\text{C}</math>.</p> <p>Вспомогательные технические средства:</p> <p>Термостат переливной прецизионный в диапазоне поддержания температур от <math>-60^{\circ}\text{C}</math> до плюс <math>+60^{\circ}\text{C}</math></p>                                                                                                                                                                                                                                                                         | <p>Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8, рег. № 19736-11;</p> <p>Термометр сопротивления платиновый вибропрочный ПТСВ, рег. № 49400-12.</p> <p>Вспомогательные технические средства:</p> <p>Термостат переливной прецизионный ТПП-1, рег. № 33744-07</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. 10.5</p> <p>Определение метрологических характеристик канала измерений температуры воздуха</p>             | <p>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 -60 °С до +60 °С.</p> <p>Вспомогательные технические средства: Камера климатическая, диапазон поддержания температур от -60 °С до +85 °С</p>                                                                  | <p>Комплекс поверочный портативный КПП-2, рег. № 66622-17</p> <p>Вспомогательные технические средства: Камера климатическая ТХВ-150</p> |
| <p>п. 10.6</p> <p>Определение метрологических характеристик канала измерений относительной влажности воздуха</p> | <p>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 измерений от 0 % до 100 %.</p> <p>Вспомогательные технические средства: Камера климатическая с диапазоном поддержания относительной влажности от 0 % до 100 %</p> | <p>Комплекс поверочный портативный КПП-3, рег. № 67967-17</p> <p>Вспомогательные технические средства: Камера климатическая ТХВ-150</p> |
| <p>п. 10.7</p> <p>Определение метрологических характеристик канала измерений скорости воздушного потока</p>      | <p>Рабочий эталон (аэродинамическая измерительная установка) по Государственной поверочной схеме для средств измерений скорости воздушного потока, утвержденной Приказом Росстандарта № 2815 от 25.11.2019, в диапазоне измерений скорости воздушного потока от 0,2 до 60 м/с, с предельной допускаемой абсолютной погрешностью воспроизведения скорости воздушного потока не более <math>\pm(0,15+0,015 \cdot V_{\text{изм}})</math> м/с;</p>                                                 | <p>Установка аэродинамическая АТ-60, рег. № 84585-22;</p> <p>Комплекс поверочный портативный КПП-4М, рег. номер № 83728-21.</p>         |



Продолжение таблицы

| Операции поверки, требующие применение средств поверки                                                                                                                                                                                  | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Перечень рекомендуемых средств поверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| п. 10.8<br>Определение метрологических характеристик канала измерений направления воздушного потока                                                                                                                                     | Средства измерений направления воздушного потока в диапазоне измерений от 0° до 360° с абсолютной погрешностью не более $\pm 1^\circ$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Установка аэродинамическая АТ-60, рег. № 84585-22;<br>Комплекс поверочный портативный КПП-4М, рег. номер № 83728-21.                                                                                                                                                                                                                              |
| п. 10.9<br>Определение метрологических характеристик канала измерений метеорологической оптической дальности                                                                                                                            | Устройства воспроизведения метеорологической оптической дальности в диапазоне воспроизведения МОД от 10 до 20000 м, с относительной погрешностью не более $\pm 5\%$ в диапазоне от 10 до 20000 м включ.;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Устройство задания метеорологической оптической дальности УСМОД, рег. № 86932-22                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| п. 10.10<br>Определение метрологических характеристик канала измерений количества и интенсивности атмосферных осадков                                                                                                                   | Средства измерений объема жидкости номинальной вместимостью 100 мл, с абсолютной погрешностью не более $\pm 1$ мл;<br>Средства измерений интервалов времени, ёмкость шкалы до 30 мин.<br><br>Вспомогательные технические средства:<br>Устройство каплеобразования                                                                                                                                                                                                                                                           | Цилиндр 2-го класса точности Klin, рег. № 33562-06;<br>Секундомер механический СОПпр, рег. № 11519-11<br>Штангенциркуль ШЦ-1, рег. № 22088-07<br>Вспомогательные технические средства:<br>Устройство каплеобразования                                                                                                                             |
| п. 10.11<br>Определение метрологических характеристик канала измерения температуры точки замерзания                                                                                                                                     | 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) (часть 1-2), в диапазоне измерений от -20 °С до +0 °С.<br><br>Вспомогательные технические средства:<br>Камера климатическая с диапазоном поддержания температур от -20 °С до 0 °С<br>Водный раствор соли $MgCl_2$ с концентрацией 17,8 %, 23,8 % по ГОСТ Р 55067-2012 | Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8, рег. номер № 19736-11;<br><br>Эталонный платиновый термометр сопротивления ПТСВ, рег. № 49400-12<br><br>Вспомогательные технические средства:<br>Камера СМ-70/180-250 ТВХ<br>Водный раствор соли $MgCl_2$ с концентрацией 17,8 %<br>Водный раствор соли $MgCl_2$ с концентрацией 23,8 % |
| Примечание:<br>- Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |



6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

- требования безопасности по ГОСТ 12.3.019;
- требования безопасности, изложенные в эксплуатационной документации;
- 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 комплекса МКС-Д2 следующим требованиям:

- соответствие внешнего вида СИ описанию типа СИ;
- маркировка должна быть целой, четкой, хорошо читаемой;
- наличие знака утверждения типа в месте, указанном в описании типа СИ;
- комплектность должна соответствовать эксплуатационной документации на комплекс МКС-Д2;
- комплексы МКС-Д2 не должны иметь дефектов, способных оказать влияние на безопасность проведения поверки и на результаты поверки.

#### 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 комплекса МКС-Д2.

##### 8.3 Проверьте электропитание комплекса МКС-Д2.

8.4 Подготовьте к работе и включите измерительные преобразователи из состава комплекса МКС-Д2 согласно ЭД (перед началом проведения поверки комплекс МКС-Д2 должен проработать не менее 1 часа).

8.5 Убедитесь, что для механических первичных измерительных преобразователей скорости воздушного потока момент трогания подшипников и характеристики вертушек, флюгарок соответствуют установленным в ЭД.

##### 8.6 Опробование комплекса МКС-Д2 должно осуществляться в следующем порядке:

8.6.1 При опробовании комплекса МКС-Д2 устанавливается работоспособность в соответствии с ЭД.

8.6.2 Включите центральное устройство и проверьте его работоспособность.

8.6.3 Проведите проверку работоспособности измерительных преобразователей, вспомогательного оборудования комплекса МКС-Д2.

8.6.4 Контрольная индикация должна указывать на работоспособность центрального устройства, первичных измерительных преобразователей (далее – ПИП) вспомогательного и дополнительного оборудования.

#### 9. Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Подтверждение соответствия программного обеспечения производится в следующем порядке:

9.1.1 Идентификация встроенного ПО осуществляется путем проверки номера версии ПО.

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



9.1.3 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.

9.1.4 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 группе «Java».

9.1.5 Результаты идентификации программного обеспечения считают положительными, если номер версии ПО соответствует данным в таблице 3.

Таблица 3

| Идентификационные данные (признаки)       | Значение      |                |               |
|-------------------------------------------|---------------|----------------|---------------|
| Идентификационное наименование ПО         | Bin.mot       | TU41sm         | datacollector |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО | Не ниже v6.04 | Не ниже v1.0.2 | Не ниже 1.0   |

## 10 Определение метрологических характеристик

10.1 Определение метрологических характеристик канала измерений атмосферного давления выполняется в следующем порядке.

10.1.1 Разместите первичный измерительный преобразователь (далее – ПИП) атмосферного давления из состава комплекса МКС-Д2 и эталонный барометр на одном уровне.

10.1.2 Подключите к ПИП атмосферного давления МКС-Д2 к эталонному барометру и устройству задания и поддержания давления.

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

10.1.4 На каждом заданном значении фиксируйте значения, измеренные МКС-Д2,  $P_{измi}$  и значения эталонные,  $P_{эти}$  измеренные эталонным барометром.

10.1.5 Вычислите абсолютную погрешность измерений атмосферного давления по формуле:

$$\Delta P = P_{измi} - P_{эти}$$

10.1.6 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность измерительного канала атмосферного давления во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta P| \leq 0,3 \text{ гПа}$$

10.2 Определение метрологических характеристик канала измерений температуры дорожного полотна контактным способом выполняются в следующем порядке:

10.2.1 Первичная и периодическая поверка проводится в следующем порядке:

10.2.1.1 Подключите термометр сопротивления платиновый вибропрочный ПТСВ (далее – термометр ПТСВ) к измерителю температуры многоканальному прецизионному МИТ 8 (далее – измеритель МИТ 8) согласно схеме в ЭД на МИТ 8.

10.2.1.2 Поместите в климатическую камеру ПИП канала измерений температуры дорожного полотна контактным способом и термометр ПТСВ максимально близко друг к другу.

10.2.1.3 Последовательно задавайте в климатической камере значения температуры в пяти точках, равномерно распределенных по диапазону измерений. После стабилизации показаний повторите измерения в каждой точке не менее трех раз.

10.2.1.4 Фиксируйте показания ПИП канала измерений температуры дорожного полотна контактным способом,  $t_{изм}$ , и эталонные значения,  $t_{эт}$ , измеренные термометром ПТСВ.

10.2.1.5 Вычислите абсолютную погрешность канала измерений температуры дорожного полотна контактным способом,  $\Delta t_{покрi}$ , по формуле:

$$\Delta t_{покрi} = t_{измi} - t_{эти}$$



10.2.1.6 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность измерительного канала температуры дорожного полотна контактным способом во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta t_{\text{покр}i}| \leq 0,5 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

10.2.2 Допускается проведение периодической поверки канала измерений температуры дорожного полотна контактным способом в условиях эксплуатации в следующем порядке:

10.2.2.1 Подключите термометр ПТСВ к измерителю температуры многоканальному прецизионному МИТ 8 (далее – измеритель МИТ 8) согласно схеме в ЭД на МИТ 8.

10.2.2.2 Установите термометр ПТСВ в непосредственной близости от ПИП канала измерений температуры дорожного полотна контактным способом.

10.2.2.3 Проведите первую серию не менее чем из 10 измерений.

10.2.2.4 Фиксируйте значения, измеренные ПИП канала измерений температуры дорожного полотна контактным способом,  $t_{\text{изм}i}$ , и значения эталонные,  $t_{\text{эт}i}$ , измеренные термометром ПТСВ.

10.2.2.5 После стабилизации показаний, проведите вторую серию не менее чем из 10 измерений.

10.2.2.6 Рассчитайте среднее значения, измеренное ПТСВ,  $\overline{t_{\text{эт}i}}$  и среднее значение температуры, измеренное ПИП  $\overline{t_{\text{изм}i}}$  для первой и второй серии измерений.

10.2.2.7 Рассчитайте среднее квадратическое отклонение результатов измерений температуры по формуле:

$$t_{\text{изм}} = \sqrt{\frac{\sum (t_{\text{изм}i} - t_{\text{эт}i})^2}{n(n-1)}}$$

10.2.2.8 Критерием положительного результата считают СКО первой и второй серии измерений не более 1/3 от допустимой абсолютной погрешности канала измерений температуры дорожного полотна. В случае, если СКО результатов измерений более 1/3 от  $\Delta t_{\text{покр}i}$ , периодическую поверку ПИП канала измерений температуры дорожного полотна контактным способом следует проводить в объеме первичной поверки в условиях лаборатории.

10.2.2.9 Вычислите абсолютную погрешность измерений температуры дорожного полотна,  $\Delta t_{\text{покр}i}$ , по формуле:

$$\Delta t_{\text{покр}i} = \overline{t_{\text{изм}i}} - \overline{t_{\text{эт}i}}$$

10.2.2.10 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность измерительного канала температуры дорожного полотна контактным способом во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta t_{\text{покр}i}| \leq 0,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

10.2.3 Определение метрологических характеристик канала измерений температуры дорожного полотна бесконтактным способом выполняются в следующем порядке:

10.2.3.1 Подключите термометр ПТСВ к измерителю МИТ 8 согласно схеме в ЭД на МИТ 8.

Поместите ПИП канала измерений температуры дорожного полотна бесконтактным способом и пластину из алюминия размером 250\*250\*20 мм в камеру холода, тепла и влаги КХТВ-50 (далее – камера КХТВ-50) согласно приложению Б. Расстояние от ПИП до плиты должно быть не менее 3 метров, угол установки 45°.

10.2.3.1 Направьте ПИП канала измерений температуры дорожного полотна бесконтактным способом на центр пластины. Термометр ПТСВ разместите в отверстии пластины на глубине не менее 50 мм.

10.2.3.2 Задавайте в камере КХТВ-50 значения температуры не менее чем в трех точках, равномерно распределенных по поддиапазону измерений.



10.2.3.3 После установления температур на каждом заданном значении фиксируйте показания измерений температуры дорожного полотна, измеренные ПИП канала измерений температуры дорожного полотна бесконтактным способом,  $t_{изм}$ , и эталонные значения,  $t_{эт}$ , измеренные термометром ПТСВ.

10.2.3.4 Вычислите абсолютную погрешность канала измерений температуры дорожного полотна, бесконтактным способом,  $\Delta t_{покрі}$ , по формуле:

$$\Delta t_{покрі} = t_{измі} - t_{эті}$$

10.2.3.5 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность измерительного канала температуры дорожного полотна бесконтактным способом во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta t_{покрі}| \leq 0,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

10.2.4 Допускается проведение периодической поверки ПИП канала измерений температуры дорожного полотна бесконтактным способом в условиях эксплуатации в следующем порядке:

10.2.2.11 Подключите термометр ПТСВ к измерителю температуры многоканальному прецизионному МИТ 8 (далее – измеритель МИТ 8) согласно схеме в ЭД на МИТ 8.

10.2.4.1 Наведите ПИП канала измерений температуры дорожного полотна бесконтактным способом на асфальт, пятно визирования установите в соответствии с ЭД.

10.2.4.2 Расположите термометр ПТСВ в непосредственной близости от пятна визирования ПИП канала измерений температуры дорожного полотна бесконтактным способом.

10.2.4.3 Проведите первую серию не менее чем из 10 измерений.

10.2.4.4 Фиксируйте значения, измеренные ПИП канала измерений температуры дорожного полотна бесконтактным способом,  $t_{измі}$ , и значения эталонные,  $t_{эті}$ , измеренные термометром ПТСВ.

10.2.4.5 После стабилизации показаний, проведите вторую серию не менее чем из 10 измерений.

10.2.4.6 Рассчитайте среднее эталонное и среднее измеренное значения температуры для первой и второй серии измерений,  $\overline{t_{эті}}$  и  $\overline{t_{измі}}$ .

10.2.4.7 Рассчитайте среднее квадратическое отклонение результатов измерений температуры по формуле:

$$t_{изм} = \sqrt{\frac{\sum (t_{измі} - t_{эті})^2}{n(n-1)}}$$

10.2.4.8 Критерием положительного результата считают СКО первой и второй серии измерений не более 1/3 от допустимой абсолютной погрешности канала измерений температуры дорожного полотна. В случае, если СКО результатов измерений более 1/3 от  $\Delta t_{покрі}$ , периодическую поверку ПИП канала измерений температуры дорожного полотна бесконтактным способом следует проводить в объеме первичной поверки в условиях лаборатории.

10.2.4.9 Вычислите абсолютную погрешность канала измерений температуры дорожного полотна бесконтактным способом,  $\Delta t_{покрі}$ , по формуле:

$$\Delta t_{покрі} = \overline{t_{измі}} - \overline{t_{эті}}$$

10.2.4.10 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность измерительного канала температуры дорожного полотна бесконтактным способом во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta t_{покрі}| \leq 0,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$$



10.3 Определение метрологических характеристик канала измерений толщины слоя атмосферных осадков на поверхности дорожного покрытия.

10.3.1 Определение метрологических характеристик измерений толщины слоя воды бесконтактным способом производится в следующем порядке:

10.3.1.1 Подготовьте емкость В (приложение Б).

10.3.1.2 Установите ПИП измерений толщины слоя воды бесконтактным способом над емкостью, закрепив его на штифт на высоте 3 метра и под углом 45°. Направьте ПИП канала измерений толщины слоя воды бесконтактным способом на центр емкости. Пятно визирования датчика определяют согласно ЭД на ПИП канала измерений толщины слоя воды бесконтактным способом.

10.3.1.3 Подключите ПИП канала измерений толщины слоя воды бесконтактным способом к ПК согласно схемам, приведенным в ЭД на ПИП.

10.3.1.4 Проведите настройку ПИП канала измерений толщины слоя воды бесконтактным способом по «сухому покрытию» согласно ЭД на ПИП канала измерений толщины слоя воды бесконтактным способом.

10.3.1.5 Используя цилиндр Klin, заполните емкость В водой с толщиной слоя 1 мм. Количество воды для заполнения емкости определяется по таблице Б.1, приложение Б.

10.3.1.6 Произведите измерения толщины слоя воды ПИП канала измерений толщины слоя воды бесконтактным способом и штангенциркулем ШЦ-1.

10.3.1.7 Фиксируйте показания толщины слоя воды, измеренные ПИП канала измерений толщины слоя воды бесконтактным способом,  $H_{измi}$ , и показания эталонные, измеренные штангенциркулем ШЦ-1,  $H_{эти}$ .

10.3.1.8 Для ПИП канала измерений толщины слоя воды бесконтактным способом повторите действия по пунктам 10.3.1.6–10.3.1.7, заполняя емкость водой с толщиной слоя 2, 5, 10 мм в соответствии с таблицей Б.1.

10.3.1.9 Вычислите абсолютную погрешность измерений толщины слоя воды ПИП канала измерений толщины слоя воды бесконтактным способом,  $\Delta H_i$  по формуле:

$$\Delta H_i = H_{измi} - H_{эти}$$

где  $H_{измi}$  – измеренная ПИП толщина слоя воды, мм;

$H_{эти}$  – измеренная штангенциркулем ШЦ-1 толщина слоя воды, мм.

10.3.1.10 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность измерений толщины слоя воды бесконтактным способом во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta H_i| \leq 0,4 \text{ мм.}$$

10.3.2 Определение метрологических характеристик измерений толщины слоя льда бесконтактным способом производится в следующем порядке:

10.3.2.1 Подготовьте плиту из бетона марки М800-М900 размерами 500\*500\*10 мм и вспомогательное кольцо толщиной 1 мм (приложение Б).

10.3.2.2 Установите ПИП измерений толщины слоя льда над вспомогательным кольцом, закрепив его на штифт на высоте 3 метра и под углом 45°. Направьте ПИП измерений толщины слоя льда на центр кольца. Пятно визирования датчика определяют согласно ЭД на датчик ПИП измерений толщины слоя льда.

10.3.2.3 Проведите настройку ПИП измерений толщины слоя льда по «сухому покрытию» согласно ЭД на ПИП измерений толщины слоя льда.

10.3.2.4 Заполните полости внутри кольца на плите при помощи геля, состав которого – 30 г пыли Agar (пищевая добавка Е406) на 500 мл воды. Уберите излишки геля и выровняйте поверхность плиты

10.3.2.5 Равномерно расположите внутри кольца алюминиевые втулки высотой 1 мм в соответствии со схемой из Приложения Б.

10.3.2.6 Используя пипетку, заполните вспомогательное кольцо толщиной 1 мм водой. Накройте стеклянной пластиной кольцо с водой.



10.3.2.7 Установите температуру в камере равную минус 5°C, выдержите кольцо с водой в камере в течении 1 часа.

10.3.2.8 Извлеките плиту с кольцом и выдержите его при температуре (20±5) °C в течение 2 минут.

10.3.2.9 Выровняйте поверхность льда по верхней границе кольца.

10.3.2.10 Установите плиту с кольцом в пятно визирования ПИП измерений толщины слоя льда бесконтактным способом на его начальное положение в климатической камере.

10.3.2.11 После повторного замораживания воды внутри кольца Извлеките втулки из кольца.

10.3.2.12 Измерьте толщину льда глубиномером штангенциркуля ШЦ-1,  $H_{эти}$  в точках извлеченных алюминиевых втулок. Рассчитайте среднее значение толщины слоя льда по формуле:

$$\overline{H_{эт}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n H_{эти}$$

10.3.2.13 Фиксируйте показания толщины слоя льда, измеренные ПИП измерений толщины слоя льда бесконтактным способом,  $H_{изми}$ , и показания эталонные, измеренные штангенциркулем ШЦ-1,  $H_{эти}$ .

10.3.2.14 Для ПИП измерений толщины слоя льда повторите действия по пунктам 10.3.2.1–10.3.2.14, заполняя водой кольца с толщиной 2, 5, 10 мм

10.3.2.15 Вычислите абсолютную погрешность измерений толщины слоя льда ПИП измерений толщины слоя льда бесконтактным способом,  $\Delta H_i$  по формуле:

$$\Delta H_i = H_{изми} - H_{эт}$$

где  $H_{изми}$  – измеренная ПИП толщина слоя льда, мм;

$H_{эт}$  – среднее значение измеренной толщины слоя льда штангенциркулем ШЦ-1, мм.

10.3.2.16 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность измерений толщины слоя льда бесконтактным способом во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta H_i| \leq 0,4 \text{ мм.}$$

10.3.3 Определение метрологических характеристик измерений толщины слоя снега бесконтактным способом производится в следующем порядке:

10.3.3.1 Подготовьте к работе и включите ПИП измерений толщины слоя снега бесконтактным способом.

10.3.3.2 Поместите ПИП измерений толщины слоя снега бесконтактным способом и плиту из бетона марки М800-М900 размерами 500\*500\*10 мм в климатическую камеру КХТВ-50. Расстояние от ПИП измерений толщины слоя снега бесконтактным способом до плиты должно быть не менее 3-х метров.

10.3.3.3 При помощи микрометра МК-25 измерьте высоту вспомогательных колец  $H_{эти}$ , мм.

10.3.3.4 Расположите вспомогательное кольцо на плите таким образом, чтобы область для измерений толщины слоя снега была внутри вспомогательного кольца.

10.3.3.5 Проведите настройку ПИП измерений толщины слоя снега бесконтактным способом по «сухому покрытию» согласно ЭД.

10.3.3.6 Заполните снегом из льдогенератора чешуйчатого льда ЛВЛЧ-200 вспомогательное кольцо вплоть до верхней границы. При помощи плоской пластины сравняйте уровень снега с верхней границей вспомогательного кольца. Повторите операцию до равномерного заполнения вспомогательного кольца снегом.

10.3.3.7 Фиксируйте значения измерений толщины слоя снега с ПИП измерений толщины слоя снега бесконтактным способом,  $H_{изми}$ .

10.3.3.8 Повторите действия по пунктам 10.3.3.3 - 10.3.3.7, используя дополнительные вспомогательные кольца – вплоть до 5 шт.

10.3.3.9 Вычислите абсолютную погрешность измерений толщины слоя снега ПИП измерений толщины слоя снега бесконтактным способом,  $\Delta H_i$ , по формуле:



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

где  $H_{\text{эт}}$  – суммарная измеренная толщина установленных вспомогательных колец, мм.

10.3.3.10 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность измерений толщины слоя снега бесконтактным способом во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta H_i| \leq 0,4 \text{ мм.}$$

10.3.4 Определение метрологических характеристик измерений толщины слоя воды контактным способом выполняется в следующем порядке:

10.3.4.1 Подключите ПИП измерений толщины слоя воды контактным способом к ПК согласно ЭД на ПИП.

10.3.4.2 Установите ПИП измерений толщины слоя воды контактным способом в положение так, чтобы его лицевая поверхность находилась в горизонтальном положении.

10.3.4.3 При помощи микрометра измерьте высоту вспомогательных колец  $H_{\text{ки}}$ . Измерения производятся в четырех равномерно распределенных точках поверочного кольца. За результат принимается среднее арифметическое значение.

10.3.4.4 После измерения высоты колец разместите, поочередно, кольца на лицевой поверхности ПИП. При помощи пипетки нанесите воду во внутреннюю поверхность поверочного кольца. После этого накройте кольцо стеклянной пластиной, на стеклянную пластину установите груз.

10.3.4.5 Фиксируйте измеренную толщину слоя воды,  $C_{\text{изм}i}$

10.3.4.6 Вычислите абсолютную погрешность измерений толщины слоя воды, по формуле:

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

где  $H_{\text{изм}i}$  – измеренная ПИП толщина слоя воды, мм;

$H_{\text{эт}}$  – толщина кольца, измеренная микрометром, мм.

10.3.4.7 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность измерений толщины слоя воды контактным способом со всеми поверочными кольцами не превышает:

$$|\Delta H_i| \leq 0,4 \text{ мм}$$

10.3.5 Определение метрологических характеристик измерений толщины слоя льда контактным способом выполняется в следующем порядке:

10.3.5.1 После подключения установите ПИП измерений толщины слоя льда в климатической камере в положение, чтобы его лицевая поверхность находилась в горизонтальном положении.

10.3.5.2 При помощи микрометра измерьте высоту вспомогательных колец  $H_{\text{ки}}$ . Измерения производятся в четырех равномерно распределенных точках поверочного кольца. За результат принимается среднее арифметическое значение

10.3.5.3 Установите поверочное кольцо толщиной 0,12 мм на лицевую поверхность ПИП измерений толщины слоя льда.

10.3.5.4 После измерений высоты колец, разместите поочередно кольца на лицевой поверхности ПИП измерений толщины слоя льда. Нанесите воду во внутреннюю полость поверочного кольца. После этого накройте кольцо стеклянной пластиной, на стеклянную пластину установите груз.

10.3.5.5 Установите температуру в камере +5 °С, подождите 10 минут, после чего установите температуру в камере -5 °С.

10.3.5.6 По замерзанию воды внутри вспомогательных колец, извлеките поверочное кольцо из климатической камеры. Через 2 минуты выровняйте толщину льда по толщине кольца и поместите кольцо обратно в камеру. Дождитесь повторного замерзания воды внутри кольца. По замерзанию воды внутри вспомогательных колец, фиксируйте значения измерений толщины слоя льда,  $H_{\text{изм}i}$



10.3.5.7 Вычислите абсолютную погрешность измерений толщины слоя льда, по формуле:

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

где  $H_{\text{изм}i}$  — измеренная ПИП толщина слоя воды, мм;

$H_{\text{эт}}$  — толщина кольца, измеренная микрометром, мм.

10.3.5.8 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность измерений толщины слоя льда контактным способом со всеми поверочными кольцами не превышает:

$$|\Delta H_i| \leq 0,4 \text{ мм},$$

10.4 Определение метрологических характеристик канала измерений температуры грунта выполняется в следующем порядке:

10.4.1 Поместите ПИП канала измерений температуры грунта в термостат переливной прецизионный ТПП-1.

10.4.2 Последовательно задайте значения температуры термостатом в пяти точках равномерно распределённых по всему диапазону измерений.

10.4.3 На каждом заданном значении фиксируйте значения, измеренные ПИП канала измерений температуры грунта,  $t_{\text{п изм}i}$  и значения эталонные,  $t_{\text{п эт}i}$  заданные термостатом переливным прецизионным ТПП-1.

10.4.4 Вычислите абсолютную погрешность канала измерений температуры грунта по формуле:

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

10.4.5 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность измерительного канала температуры грунта во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta t_{\text{покр}i}| \leq 0,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

10.5 Определение метрологических характеристик канала измерений температуры воздуха выполняется в следующем порядке:

10.5.1 Поместите ПИП канала измерений температуры воздуха и эталонный термометр из состава комплекса поверочного портативного КПП-2 в калибратор температуры комплекса поверочного портативного КПП-2.

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

10.5.3 На каждом заданном значении фиксируйте значения, измеренные ПИП канала измерений температуры воздуха,  $t_{\text{в изм}i}$  и значения эталонные,  $t_{\text{в эт}i}$  измеренные комплексом КПП-2.

10.5.4 Вычислите абсолютную погрешность канала измерений температуры воздуха по формуле:

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

10.5.5 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность измерительного канала температуры воздуха во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta t_{\text{в}i}| \leq 0,2 \text{ }^{\circ}\text{C} \text{ в диапазоне св. } -30 \text{ до } +60 \text{ }^{\circ}\text{C};$$

$$|\Delta t_{\text{в}i}| \leq 0,3 \text{ }^{\circ}\text{C} \text{ в диапазоне от } -60 \text{ до } -30 \text{ }^{\circ}\text{C} \text{ включ.}$$

10.6 Определение метрологических характеристик канала измерений относительной влажности воздуха выполняется в следующем порядке:

10.6.1 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений относительной влажности воздуха в лабораторных условиях выполняются в следующем порядке:

10.6.1.1 Поместите в климатическую камеру ПИП канала измерений относительной влажности и гигрометр Rotronic таким образом, чтобы ПИП канала измерений относительной влажности находились в непосредственной близости от гигрометра Rotronic.



10.6.1.2 Задавайте значения относительной влажности в пяти точках, равномерно распределенных по диапазону (поддиапазону) измерений.

10.6.1.3 На каждом заданном значении фиксируйте показания, измеренные ПИП канала измерений относительной влажности,  $\phi_{\text{изм}i}$ , и показания эталонные,  $\phi_{\text{эт}i}$ , измеренные гигрометром Rotronic. Повторите измерения не менее трех раз.

10.6.1.4 Вычислите для соответствующих диапазонов (поддиапазонов) абсолютную погрешность канала измерений относительной влажности воздуха,  $\Delta\phi_i$ , по формуле:

$$\Delta\phi_i = \phi_{\text{изм}i} - \phi_{\text{эт}i}$$

10.6.1.5 Результаты считаются положительными, если абсолютная измерительного канала относительной влажности воздуха во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta\phi| \leq 2 \% \text{ в диапазоне измерений от } 0 \% \text{ до } 90 \% \text{ включительно,}$$

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

10.6.2 Допускается проведение периодической поверки канала измерений относительной влажности воздуха в условиях эксплуатации по в следующем порядке:

10.6.2.1 Последовательно помещайте ПИП канала измерений относительной влажности воздуха 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.

10.6.2.2 Выдерживайте в каждой из солей ПИП канала измерений относительной влажности воздуха и эталонный гигрометр не менее четырех часов.

10.6.2.3 На каждом заданном значении фиксируйте значения, измеренные ПИП канала измерений относительной влажности воздуха,  $\phi_{\text{изм}i}$  и значения эталонные,  $\phi_{\text{эт}i}$  измеренные эталонным гигрометром.

10.6.2.4 Вычислите абсолютную погрешность МКС- Д2 по каналу измерения относительной влажности воздуха по формуле:

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

10.6.2.5 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность измерительного канала относительной влажности воздуха во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta\phi| \leq 2 \% \text{ в диапазоне измерений от } 0 \% \text{ до } 90 \% \text{ включительно,}$$

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

10.7 Определение метрологических характеристик канала измерений скорости воздушного потока выполняются в следующем порядке:

10.7.1 Первичная поверка канала измерений скорости воздушного потока выполняется в следующем порядке:

10.7.1.1 Поместите ПИП канала измерений скорости воздушного потока в измерительный участок установки аэродинамической.

10.7.1.2 Задавайте установкой аэродинамической АТ-60 значения скорости воздушного потока не менее чем в пяти точках,  $V_{\text{эт}i}$ , равномерно распределенных по диапазону измерений.

10.7.1.3 Фиксируйте показания комплекса МКС-Д2,  $V_{\text{изм}i}$ , измеренные ПИП канала измерений скорости воздушного потока, и значения эталонные,  $V_{\text{эт}i}$ , полученные с установки аэродинамической.

10.7.1.4 Вычислите абсолютную погрешность канала измерений скорости воздушного потока комплекса МКС-Д2,  $\Delta V_i$ , по формуле:

$$\Delta V_i = V_{\text{изм}i} - V_{\text{эт}i}$$

10.7.1.5 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность измерительного канала скорости воздушного потока во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta V_i| \leq (0,3 + 0,03 \cdot V),$$

где V- измеренная скорость воздушного потока.



10.7.2 Периодическая поверка канала измерений скорости воздушного потока в условиях эксплуатации для ПИП канала измерений скорости воздушного потока механического типа выполняется в следующем порядке:

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

10.7.2.2 Задавайте с помощью КПП-4М значения частоты вращения оси раскручивающего устройства в пяти точках, равномерно распределенных по диапазону измерений. Соответствие частоты вращения и скорости воздушного потока для ПИП канала измерений скорости воздушного потока механического типа представлено в Приложении Д.

10.7.2.3 На каждой имитируемой скорости воздушного потока фиксируйте значения, измеренные ПИП канала измерений скорости воздушного потока механического типа,  $V_{изм}$ , и значения эталонные,  $V_{эт}$ , полученные с КПП-4М.

10.7.2.4 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность измерительного канала скорости воздушного потока во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta V_i| \leq (0,3 + 0,03 \cdot V),$$

где  $V$  - измеренная скорость воздушного потока.

10.8 Определение метрологических характеристик канала измерений направления воздушного потока выполняются в следующем порядке:

10.8.1 Первичная поверка канала измерений направления воздушного потока с ПИП канала измерений направления воздушного потока выполняется в следующем порядке:

10.8.1.1 Разметьте ПИП канала измерений направления воздушного потока на поворотном координатном столе из состава установки аэродинамической таким образом, чтобы показания ПИП канала измерений направления воздушного потока и поворотного стола соответствовали 0 градусам.

10.8.1.2 Задайте установкой аэродинамической значение скорости воздушного потока, равное 0,5 м/с. При заданной скорости воздушного потока последовательно задайте координатным столом четыре значения направления воздушного потока, равномерно распределенных по всему диапазону измерений,  $A_{эти}$ .

10.8.1.3 На каждом заданном значении фиксируйте показания,  $A_{изми}$ , измеренные ПИП канала измерений направления воздушного потока и значения эталонные,  $A_{эти}$ , полученные с установки аэродинамической.

10.8.1.4 Повторите пункты 10.8.1.3–10.8.1.4, установив скорость воздушного потока, равную 30 м/с, в рабочей зоне установки аэродинамической.

10.8.1.5 Вычислите абсолютную погрешность канала измерений направления воздушного потока комплекса МКС-Д2,  $\Delta A_i$ , по формуле:

$$\Delta A_i = A_{изми} - A_{эти}$$

10.8.1.6 Первичная и периодическая поверка канала измерений направления воздушного потока с ПИП ультразвукового типа выполняются по п. 10.8.1.1–10.8.1.5 настоящей методики.

10.8.1.7 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность канала измерений направления воздушного потока комплекса МКС-Д2 во всех выбранных точках не превышает:

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

10.8.1.8 Периодическая поверка канала измерений направления воздушного потока с ПИП канала измерений направления воздушного потока механического типа может проводиться как в лаборатории, так и в условиях эксплуатации. Периодическая поверка канала измерений направления воздушного потока с ПИП канала измерений направления воздушного потока в лаборатории производится в объеме операций первичной поверки.



Периодическая поверка канала измерений направления воздушного потока в условиях эксплуатации выполняется в следующем порядке:

10.8.1.9 Совместите отметку «N» / «Север» на ПИП канала измерений направления воздушного потока с значением «0» на лимбе из состава КПП-4М.

10.8.1.10 Задайте лимбом значения направления воздушного потока в четырех точках, равномерно распределенных по всему диапазону измерений.

10.8.1.11 На каждом заданном значении фиксируйте показания,  $A_{измi}$ , измеренные ПИП канала измерений направления воздушного потока, и значения эталонные,  $A_{этi}$ , полученные с лимба КПП-4М.

10.8.1.12 Вычислите абсолютную погрешность измерительного канала направления воздушного потока,  $\Delta A_{pi}$ , по формуле:

$$\Delta A_{pi} = A_{измi} - A_{этi}$$

10.8.1.13 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность измерительного канала направления воздушного потока во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta A_{pi}| \leq 3^\circ.$$

10.9 Определение метрологических характеристик канала измерений МОД выполняются в следующем порядке:

10.9.1 Закрепите устройство задания метеорологической оптической дальности УСМОД (далее – устройство УСМОД) на ПИП канала измерений МОД.

10.9.2 Задавайте устройством УСМОД значения МОД,  $S_{эт}$ , в трех точках, равномерно распределенных по диапазону (поддиапазону) измерений.

10.9.3 После стабилизации показаний в каждой точке заданного значения МОД, фиксируйте показания МОД, измеренные ПИП канала измерений МОД,  $S_{изм}$ , и значения эталонные,  $S_{эт}$  (из паспорта на УСМОД).

10.9.4 Вычислите относительную погрешность измерительного канала МОД по формуле:

$$\delta S_i = \frac{S_{изм} - S_{эт}}{S_{эт}} \times 100\%$$

10.9.5 Результаты считаются положительными, если относительная погрешность измерительного канала МОД во всех выбранных точках не превышает:

$$|\delta S_i| \leq 10 \%, \text{ в диапазоне от 10 до 10000 м включ.,}$$

$$|\delta S_i| \leq 20 \%, \text{ в диапазоне св. 10000 до 20000 м.}$$

10.10 Определение метрологических характеристик канала измерений количества и интенсивности атмосферных осадков.

10.10.1 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности канала измерений количества и интенсивности атмосферных осадков для ПИП челночного типа производятся в следующем порядке:

10.10.1.1 Установите ПИП канала измерений количества и интенсивности атмосферных осадков на ровную плоскую поверхность.

10.10.1.2 С помощью штангенциркуля ШЦ-1 измерьте диаметр приемной камеры ПИП канала измерений количества и интенсивности атмосферных осадков.

10.10.1.3 С помощью мерных цилиндров наполняйте приемную камеру ПИП канала измерений количества и интенсивности атмосферных осадков водой объемом,  $V_{эт}$ , 4; 8; 20; 50; 100; 200; 500; 1000; 2000; 3500 мл. Наполняйте камеру водой равномерно, не допуская перелива.

10.10.1.4 Значения эквивалентного количества атмосферных осадков вычислите по формуле:

$$X_{этi} = 4 \frac{V_{изт}}{\pi d^2},$$

где  $i$  – номер точки в ряду, согласно таблице А.1 (приложение А);



$V_{i(эт)}$  – измеренный с помощью цилиндра Klin объем осадков, мм<sup>3</sup>;

$d$  – внутренний диаметр приемного сосуда, мм.

10.10.1.5 Повторите пункт 10.10.1.3, наполняя воду объемом в соответствии с таблицей А.1 (приложение А) за 10 минут. Контроль времени, за которое была перелита вода,  $T_{эт}$ , выполняйте с помощью секундомера механического СОПр.

10.10.1.6 Проведите расчет эталонной интенсивности атмосферных осадков,  $I_{эт}$ , по формуле:

$$I_{этi} = \frac{X_{этi}}{T_{эт}},$$

где  $T_{эт}$  – время, измеренное секундомером, час.

10.10.1.7 Фиксируйте показания по каналу измерений количества и интенсивности атмосферных осадков,  $X_{изм}$  и  $\Delta I_{изм}$ , Проведите измерения три раза.

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

$$X_i = X_{измi} - X_{этi}$$

10.10.1.9 Вычислите абсолютную погрешность по каналу измерений интенсивности атмосферных осадков,  $\Delta I_i$ , по формуле:

$$\Delta I_i = I_{измi} - I_{этi}$$

10.10.1.10 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность канала измерений количества атмосферных осадков во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta X_i| \leq (0,1 + 0,05 \cdot X_{изм}), \text{ мм.}$$

$X_{изм}$  – измеренное количество осадков

10.10.1.11 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность канала измерений интенсивности атмосферных осадков во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta I_i| \leq (0,1 + 0,05 \cdot I_{изм})$$

где  $I_{изм}$  – измеренное значение интенсивности атмосферных осадков, мм/ч.

10.10.2 Определение метрологических характеристик канала измерений количества и интенсивности атмосферных осадков ПИП радарного типа и весового типа выполняются в следующем порядке:

10.10.2.1 Установите ПИП канала измерений количества и интенсивности атмосферных осадков на ровную плоскую поверхность.

10.10.2.2 Установите устройство каплеобразования (далее – устройство) над ПИП количества и интенсивности атмосферных осадков согласно схеме, приведенной в приложении В, таким образом, чтобы центр устройства совпадал с центром ПИП.

10.10.2.3 Наполните устройство каплеобразования водой объемом в 22,5 мл, что соответствует количеству осадков 1,0 мм (таблица А.1).

10.10.2.4 Наполните устройство каплеобразования водой из цилиндра Klin.

10.10.2.5 Откройте задвижку на устройстве каплеобразования, вода начнет капать на ПИП. Одновременно с открытием задвижки запустите секундомер СОПр (далее – секундомер).

10.10.2.6 По истечении всей воды из устройства закройте задвижку и остановите секундомер. Фиксируйте значения количества атмосферных осадков, измеренные ПИП количества и интенсивности атмосферных осадков,  $X_{измi}$ .

10.10.2.7 Повторите измерения не менее 3 раз.

10.10.2.8 Повторите пункты 10.10.2.4–10.10.2.8, наполняя устройство водой в соответствии с таблицей А.1 (приложение А).

10.10.2.9 На каждом заданном значении фиксируйте показания измеренные ПИП количества и интенсивности атмосферных осадков,  $X_{измi}$ , мм, и  $I_{измi}$ , мм/ч.

10.10.2.10 Рассчитайте эталонное значение интенсивности атмосферных осадков по формуле:



$$I_{\text{эт}} = \frac{X_{\text{эти}}}{T},$$

где  $X_{\text{эти}}$  – количество атмосферных осадков в устройстве (мм),  
 $T$  – время, измеренное секундомером (час).

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

$$\Delta X_i = X_{\text{изм}i} - X_{\text{эти}},$$

где  $X_{\text{изм}i}$  – измеренное значение количества атмосферных осадков, мм;

$X_{\text{эти}}$  – эталонное значение количества атмосферных осадков, (мм), рассчитанное по формуле из таблицы А.1, приложение А.

10.10.2.12 Вычислите абсолютную погрешность канала измерений интенсивности атмосферных осадков,  $\Delta I_i$ , по формуле:

$$\Delta I_i = I_{\text{изм}i} - I_{\text{эти}},$$

где  $I_{\text{изм}i}$  – измеренное значение интенсивности атмосферных осадков, мм/ч;

$I_{\text{эти}}$  – эталонное значение интенсивности атмосферных осадков, (мм/ч), рассчитанное по формуле п. 10.10.2.11.

10.10.2.13 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность измерительного канала количества атмосферных осадков комплекса МКС-Д2 во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta X_i| \leq (0,1 + 0,05 \cdot X_{\text{изм}})$$

где  $X_{\text{изм}}$  – измеренное значение количества атмосферных осадков, мм.

10.10.2.14 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность измерительного канала интенсивности атмосферных осадков во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta I_i| \leq (0,1 + 0,05 \cdot I_{\text{изм}})$$

где  $I_{\text{изм}}$  – измеренное значение интенсивности атмосферных осадков, мм/ч.

10.10.3 Допускается проведение периодической поверки канала измерений атмосферных осадков ПИП весового типа в условиях эксплуатации в следующем порядке:

10.10.3.1 Установите ПИП канала измерений количества и интенсивности атмосферных осадков на ровную плоскую поверхность.

10.10.3.2 Произведите демонтаж корпуса и контейнера для сбора осадков.

10.10.3.3 Зафиксируйте начальное значение (в мм), измеренные ПИП канала измерений количества и интенсивности атмосферных осадков,  $X_0$ .

10.10.3.4 Поместите на устройство взвешивания осадков гири (гирю) общей массой 4 грамма, что соответствует количеству осадков равному 0,2 мм (приложение А).

10.10.3.5 Произведите измерения количества осадков.

10.10.3.6 Повторите операции с п. 10.10.3.4 – 10.10.3.5, помещая на устройство взвешивания осадков гири общей массой 20 г, 100 г, 1 кг, 5 кг, 10 кг, 15 кг, 30 кг.

10.10.3.7 На каждом заданном значении фиксируйте значения, измеренные ПИП,  $X_{\text{изм}i}$  и значения эталонные,  $X_{\text{эти}}$ .

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

$$X'_{\text{изм}i} = X_{\text{изм}i} - X_0$$

10.10.3.9 Вычислите для соответствующих диапазонов абсолютную погрешность канала измерений количества и интенсивности атмосферных осадков  $\Delta X$ , по формуле:

$$\Delta X = X'_{\text{изм}i} - X_{\text{эти}}$$

10.10.3.10 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность канала измерений количества и интенсивности атмосферных осадков во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta X_i| \leq (0,1 + 0,05 \cdot X_{\text{изм}})$$

где  $M$  – измеренное количество осадков, мм.



10.11 Определение метрологических характеристик канала измерений температуры точки замерзания производится в следующем порядке:

10.11.1 Подготовьте к работе и включите ПИП канала измерений температуры точки замерзания, термометр сопротивления платиновый вибропрочный ПТСВ-2К-2, измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8 и климатическую камеру в соответствии с ЭД.

10.11.2 Поместите ПИП канала измерений температуры точки замерзания и термометр сопротивления платиновый ПТСВ-2К-2 в климатическую камеру СМ-70/180-250 ТВХ. Установите на ПИП канала измерений температуры точки замерзания пластиковое ограничительное кольцо с прокладкой, чтобы предотвратить растекание жидкости за пределы рабочей области ПИП канала измерений температуры точки замерзания.

10.11.3 Поместите в рабочую область ПИП канала измерений температуры точки замерзания водный раствор соли  $MgCl_2$  с концентрацией 2,5 % объемом 2,5 мл (приложение Г). Поместите чувствительный элемент термометра сопротивления платинового вибропрочного ПТСВ-2К-2 в рабочую область ПИП канала измерений температуры точки замерзания.

10.11.4 Задайте значения температуры в климатической камере СМ -70/180-250 ТВХ равное 0 °С. Выдержите 20 минут при данной температуре.

10.11.5 Фиксируйте показания  $t_{изм}$  ПИП канала измерений температуры точки замерзания и показания  $t_{ср.эт}$  термометра сопротивления платинового ПТСВ-2К-2 в течении этого времени.

10.11.6 На графике  $t_{эт}$  от времени найдите плато (Приложение В), соответствующее процессу замерзания раствора. Определите значение температуры замерзания раствора, как среднее значение температуры за время процесса замерзания.

10.11.7 Вычислите абсолютную погрешность температуры точки замерзания,  $\Delta t$ , по формуле:

$$\Delta t = t_{изм} - t_{ср.эт}$$

10.11.8 Повторите действия по пунктам 10.11.4 - 10.11.7 для растворов соли с концентрацией 17,8 % и 23,8 % при задании температуры в климатической камере СМ -70/180-250 ТВХ равной минус 5 °С и минус 20 °С соответственно.

10.11.9 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность измерительного канала температуры точки замерзания во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta t| \leq 1^\circ\text{C};$$

10.12 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям  
В результате анализа характеристик, полученных в результате поверки, делается вывод о пригодности дальнейшего использования средства измерений.

## 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

### Устройство каплеобразования.

Устройства каплеобразования представляют собой сосуды в виде параллелепипеда, выполненные из оргстекла. В дне устройств просверлены отверстия, также имеются задвижки. Применяются несколько видов устройств каплеобразования, различающихся количеством отверстий. Размеры устройств каплеобразования: высота  $(200 \pm 1)$  мм, ширина  $(150 \pm 1)$  мм, длина  $(150 \pm 1)$  мм.

В дне устройства № 1 просверлены отверстия диаметром 0,5 мм. Отверстия расположены в узлах прямоугольной решетки с шагом 10 мм. Количество отверстий 100.

В дне устройства № 2 просверлены отверстия диаметром 0,5 мм. Отверстия расположены в узлах прямоугольной решетки с шагом 20 мм. Количество отверстий 25.

В дне устройства № 3 просверлены отверстия диаметром 0,5 мм, отверстия расположены в узлах прямоугольной решетки с шагом 25 мм. Количество отверстий 16. Уровень воды в устройстве рассчитывается по формуле  $h = V/S$ , где  $V$  - объем воды наливаемый в устройство,

$S$  - площадь основания устройства ( $0,01 \text{ м}^2$ ). При расчете площади устройства допуски не учитываются, так как их влияние на погрешность очень низкое. Объем воды в устройстве эквивалентен количеству выпадающих осадков.

Таблица А.1 – Соответствие объема воды в устройстве количеству осадков

| № устройства каплеобразования | Объем воды, мл | Количество осадков, мм |
|-------------------------------|----------------|------------------------|
| Устройство № 1/2/3            | 22,5           | 1                      |
| Устройство № 1/2/3            | 100            | 4,44                   |
| Устройство № 1/2/3            | 338            | 15,02                  |
| Устройство № 1/2/3            | 2250           | 100                    |
| Устройство № 1/2/3            | 4500           | 200                    |

Схема расположения устройства каплеобразования и общий вид устройства каплеобразования представлены на рисунках 1, 2.

Соответствие массы количеству осадков рассчитывается по формуле:

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

где  $A$  – масса, кг

$S$  – площадь приемного отверстия осадкомера,  $\text{м}^2$ .

$Mx$  – минимальное измеряемое значение количества осадков, м.

998,205 – плотность воды при 20 °С,  $\text{кг/м}^3$ .

Ниже приведена таблица соответствия массы количеству осадков при следующих значениях:  $S = 0,02 \text{ м}^2$ ,  $Mx = 0,001 \text{ м}$ .

| Масса гири, кг | Эквивалентное количество 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                                |
| 15,0           | 750,0                                |



|      |        |
|------|--------|
| 30,0 | 1500,0 |
|------|--------|

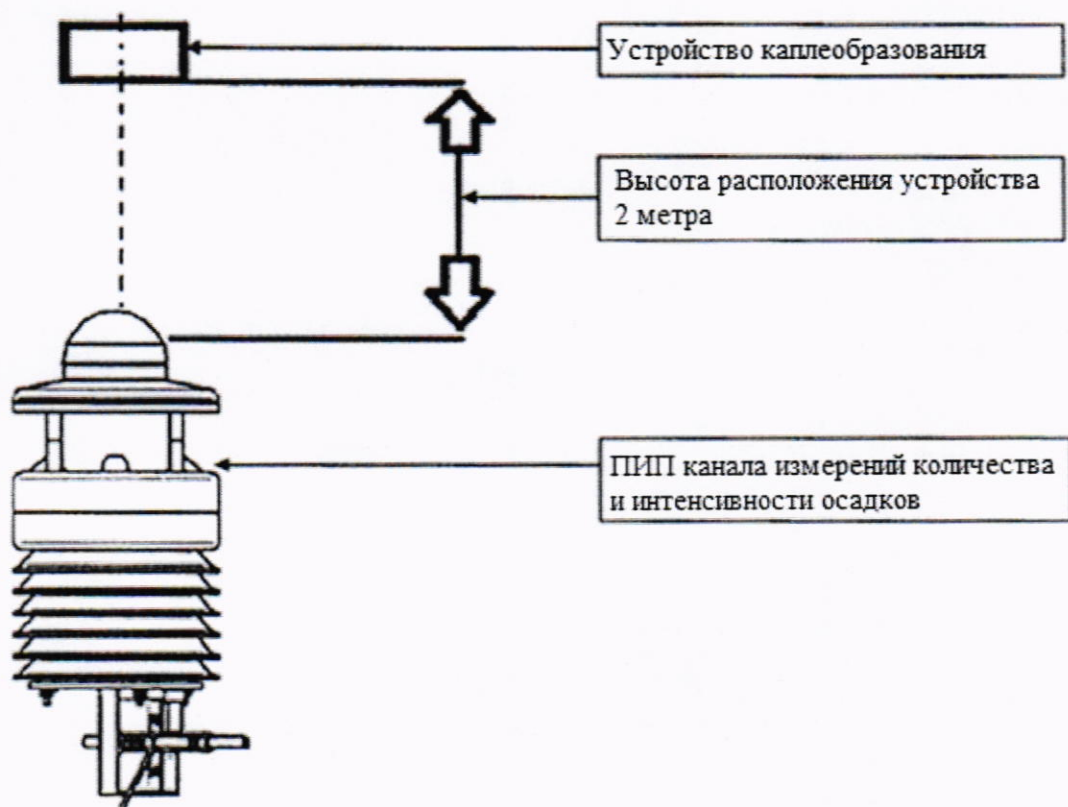


Рисунок 1 – Схема расположения устройства каплеобразования

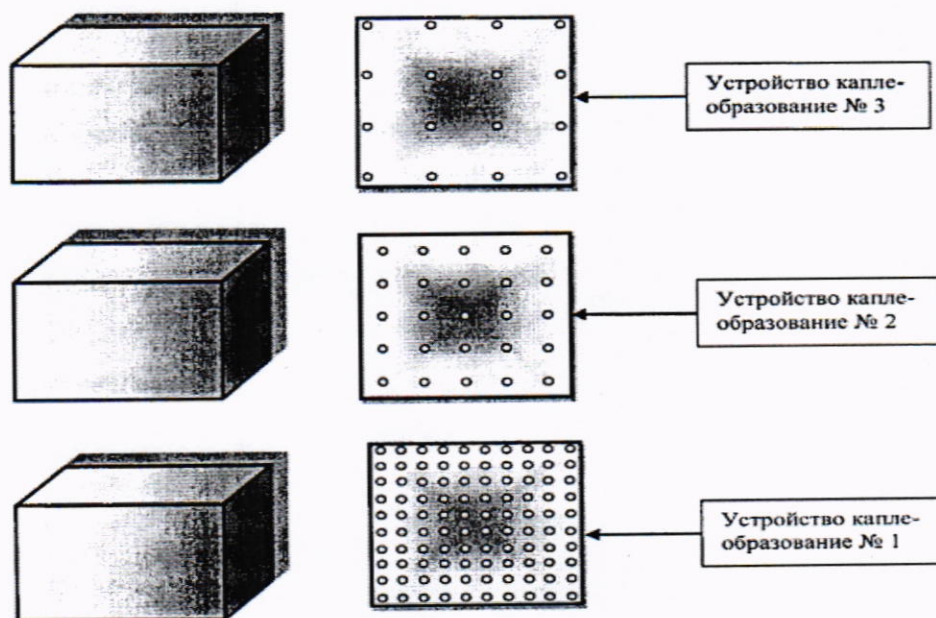




Рисунок 2 – Общий вид устройства каплеобразования



Приложение Б (справочное)  
Описание вспомогательных емкостей.

Для проверки диапазона и определения погрешности измерений толщины слоя воды необходимо использовать емкость:

- емкость В представляет собой параллелепипед, выполненный из пластика, размеры емкости 200\*200\*50 мм. Емкость В служит вспомогательным средством для проверки диапазона и определения погрешности измерений толщины слоя воды. Емкость устанавливается под ПИП и заполняется водой необходимого уровня.

Толщина слоя воды определяется из формулы  $V/S$ , где  $V$  – объем воды в емкости,  $S$  – площадь дна емкости. Необходимый объем воды для заполнения емкости определяется из таблицы Б.1

Таблица Б.1

|                          |    |    |     |     |     |     |
|--------------------------|----|----|-----|-----|-----|-----|
| Толщина слоя воды, мм    | 1  | 2  | 4   | 5   | 7   | 10  |
| Объем воды в емкости, мл | 40 | 80 | 160 | 200 | 280 | 400 |

Для проверки диапазона и определения погрешности измерений толщины льда/снега необходимо использовать плиту из бетона марки М800-М900, габариты 500\*500\*10 мм. Набор вспомогательных колец номинальной высотой не более 1,00; 2,00; 5,00, 10,00 мм; Установка алюминиевых втулок осуществляется равномерно внутри кольца. Высота втулки должна соответствовать толщине вспомогательного кольца. Схема установки втулок приведена на рисунке 1.

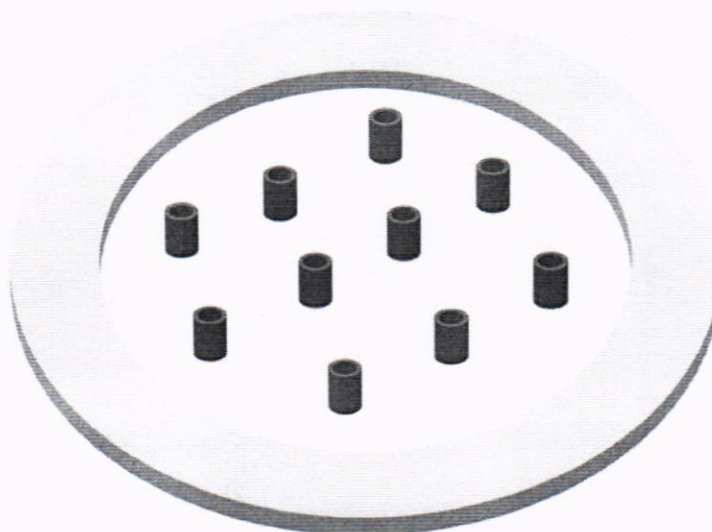
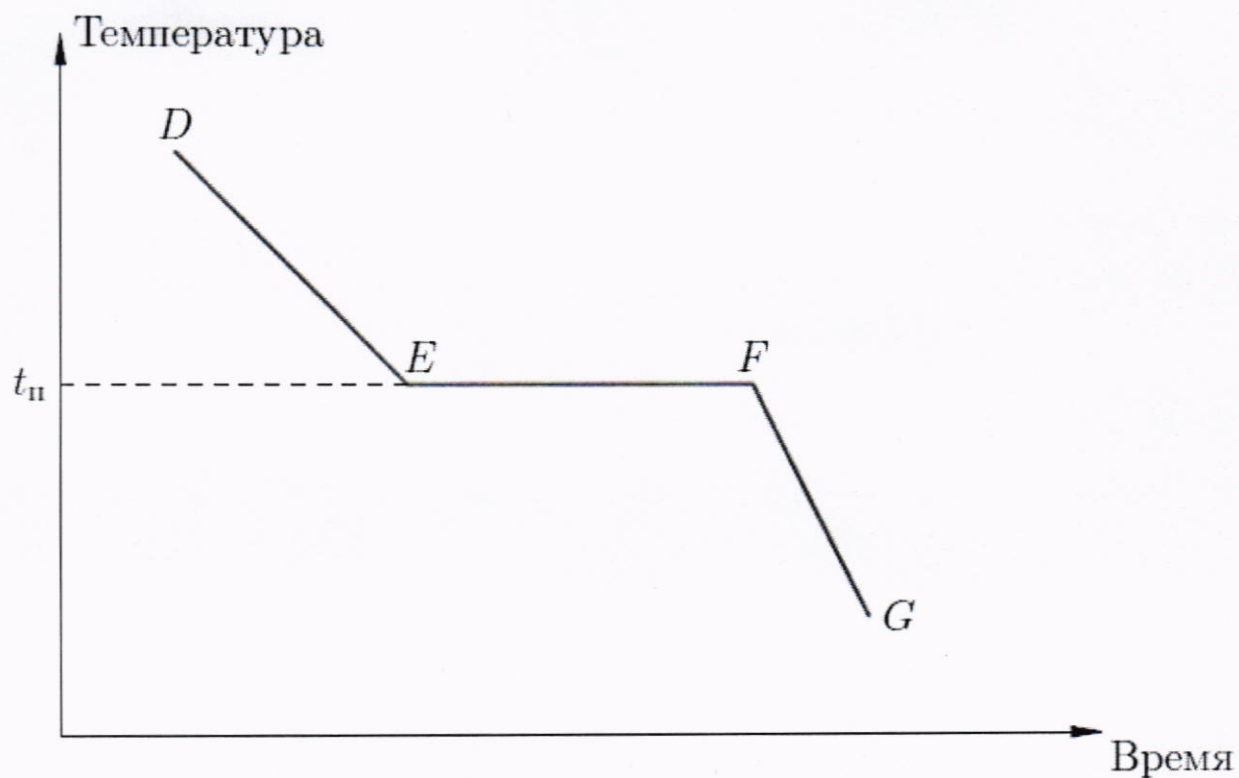


Рисунок 1 – Схема установки алюминиевых втулок внутри вспомогательного кольца





DE-участок графика, на котором жидкость остывает до кристаллизации

EF- участок графика, на котором происходит кристаллизация жидкости

FG- участок графика, соответствующий остыванию твердого тела, возникшего в результате кристаллизации

$t_n$ —температура кристаллизации

Рисунок В.1 - Образец графика выхода температуры измерений датчика на плато, соответствующее процессу замерзания раствора,

Приложение Г  
Инструкция по приготовлению соли.

**Приготовление водного раствора соли  $MgCl_2$  с концентрацией 17,8 % объемом 2,5 мл:**

1. Мерный цилиндр, вместимостью более 100 мл заполните дистиллированной водой объемом 80 мл.
2. Взвесьте на весах 17,8 г. соли хлорида магния  $MgCl_2$ .
3. Растворите хлористый магний  $MgCl_2$  в цилиндре с дистиллированной водой.
4. Поместите мерный цилиндр в термостат и выдержите в течение 30 мин при температуре  $(20,0 \pm 0,1) ^\circ C$ .
5. Убедитесь в отсутствии осадка на дне мерного цилиндра.
6. Долейте дистиллированную воду в мерный цилиндр до отметки в 100 мл.
7. Перелейте полученный раствор в коническую плоскодонную колбу с притертой пробкой, выдержите его не менее 12 ч.
8. От полученного раствора отберите 2,5 мл раствора соли  $MgCl_2$  и поместите раствор во внутреннюю поверхность вспомогательного кольца.

**Приготовление водного раствора соли  $MgCl_2$  с концентрацией 23,8 % объемом 2,5 мл:**

1. Мерный цилиндр, вместимостью более 100 мл заполните дистиллированной водой объемом 80 мл.
2. Взвесьте на весах 23,8 г. соли хлорида магния  $MgCl_2$ .
3. Растворите хлористый магний  $MgCl_2$  в цилиндре с дистиллированной водой.
4. Поместите мерный цилиндр в термостат и выдержите в течение 30 мин при температуре  $(20,0 \pm 0,1) ^\circ C$ .
5. Убедитесь в отсутствии осадка на дне мерного цилиндра.
6. Долейте дистиллированную воду в мерный цилиндр до отметки в 100 мл.
7. Перелейте полученный раствор в коническую плоскодонную колбу с притертой пробкой, выдержите его не менее 12 ч.
8. От полученного раствора отберите 2,5 мл раствора соли  $MgCl_2$  и поместите раствор во внутреннюю поверхность вспомогательного кольца.



# Приложение Д

Соответствие частоты вращения вала и скорости воздушного потока для ПИП LWS211

| Значение частоты вращения вала, об/мин | Эквивалентные значения скорости воздушного потока, Vэт, м/с | Значение частоты вращения вала, об/мин | Эквивалентные значения скорости воздушного потока, Уэт, м/с |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 20                                     | 0,1                                                         | 2500                                   | 10,0                                                        |
| 100                                    | 0,4                                                         | 3000                                   | 12,0                                                        |
| 200                                    | 0,8                                                         | 3300                                   | 13,2                                                        |
| 500                                    | 2,0                                                         | 10000                                  | 40,0                                                        |
| 2000                                   | 8,0                                                         | 14500                                  | 58,0                                                        |

Соответствие частоты вращения вала и скорости воздушного потока для ПИП WAA151, WAA252

| Значение частоты вращения вала, об/мин | Эквивалентные значения скорости воздушного потока, Vэт, м/с | Значение частоты вращения вала, об/мин | Эквивалентные значения скорости воздушного потока, Уэт, м/с |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 20                                     | 0,5                                                         | 2000                                   | 46,0                                                        |
| 100                                    | 2,3                                                         | 2400                                   | -                                                           |
| 200                                    | 4,6                                                         | 2500                                   | 57,5                                                        |
| 500                                    | 11,5                                                        | -                                      | -                                                           |

Соответствие частоты вращения вала и скорости воздушного потока для ПИП RM Young 05103

| Значение частоты вращения вала, об/мин | Эквивалентные значения скорости воздушного потока, Vэт, м/с | Значение частоты вращения вала, об/мин | Эквивалентные значения скорости воздушного потока, Уэт, м/с |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 100                                    | 0,49                                                        | 2500                                   | 12,25                                                       |
| 200                                    | 0,98                                                        | 3000                                   | 14,70                                                       |
| 500                                    | 2,45                                                        | 3300                                   | 16,17                                                       |
| 2000                                   | 9,80                                                        | 10000                                  | 49,00                                                       |
| 2400                                   | 11,76                                                       | 12000                                  | 58,80                                                       |

Соответствие частоты вращения вала и скорости воздушного потока для ПИП RM Young 05108

| Значение частоты вращения вала, об/мин | Эквивалентные значения скорости воздушного потока, Vэт, м/с | Значение частоты вращения вала, об/мин | Эквивалентные значения скорости воздушного потока, Уэт, м/с |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 100                                    | 0,83                                                        | 2500                                   | 20,83                                                       |
| 200                                    | 1,67                                                        | 3000                                   | 24,99                                                       |
| 500                                    | 4,17                                                        | 3300                                   | 27,49                                                       |
| 2000                                   | 16,66                                                       | 5000                                   | 41,65                                                       |
| 2400                                   | 19,99                                                       | 7000                                   | 58,31                                                       |

Соответствие частоты вращения вала и скорости воздушного потока для  
ПИП Радар ММС АЛЬБУС

| Значение частоты<br>вращения вала,<br>об/мин | Эквивалентные<br>значения скорости<br>воздушного потока,<br>Vэт, м/с | Значение частоты<br>вращения вала,<br>об/мин | Эквивалентные<br>значения скорости<br>воздушного потока,<br>Уэт, м/с |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 20                                           | 0,5                                                                  | 1000                                         | 22,8                                                                 |
| 50                                           | 1,3                                                                  | 1500                                         | 34,0                                                                 |
| 100                                          | 2,6                                                                  | 2000                                         | 45,2                                                                 |
| 200                                          | 4,8                                                                  | 2500                                         | 56,4                                                                 |
| 500                                          | 11,5                                                                 | 300                                          | 67,6                                                                 |



# Приложение Е

| Наименование канала измерений                                     | Наименование характеристики                                                                 | Значение               |
|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| Атмосферное давление                                              | Диапазон измерений атмосферного давления, гПа                                               | от 500 до 1100         |
|                                                                   | Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений атмосферного давления, гПа             | $\pm 0,3$              |
| Температура воздуха                                               | Диапазон измерений температуры воздуха, °C                                                  | от -60 до +60          |
|                                                                   | Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры воздуха, °C:               |                        |
|                                                                   | - в диапазоне св. -30 до +60 °C;<br>- в диапазоне от -60 до -30 °C включ.                   | $\pm 0,2$<br>$\pm 0,3$ |
| Относительная влажность воздуха                                   | Диапазон измерений относительной влажности воздуха, %                                       | от 0 до 100            |
|                                                                   | Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений относительной влажности воздуха, %:    |                        |
|                                                                   | - в диапазоне измерений от 0 % до 90 % включ.;<br>- в диапазоне измерений св. 90 % до 100 % | $\pm 2$<br>$\pm 4$     |
| Температура дорожного полотна (измеряемая бесконтактным способом) | Диапазон измерений температуры дорожного полотна, °C                                        | от -40 до +70          |
|                                                                   | Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры дорожного полотна, °C      | $\pm 0,8$              |
| Температура дорожного полотна (измеряемая контактным способом)    | Диапазон измерений температуры дорожного полотна, °C                                        | от -40 до +70          |
|                                                                   | Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры дорожного полотна, °C      | $\pm 0,5$              |
| Температура грунта                                                | Диапазон измерений температуры грунта, °C                                                   | от -60 до +60          |
|                                                                   | Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры грунта, °C                 | $\pm 0,5$              |

| Наименование канала измерений                                                                         | Наименование характеристики                                                                                                                                                         | Значение                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Температура точки замерзания                                                                          | Диапазон измерений температуры точки замерзания, °С                                                                                                                                 | от -20 до 0                            |
|                                                                                                       | Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры точки замерзания, °С                                                                                               | ±1                                     |
| Толщина слоя атмосферных осадков на поверхности дорожного полотна (измеряемая бесконтактным способом) | Диапазон измерений толщины атмосферных осадков на поверхности дорожного полотна, льда, мм:<br>- для воды;<br>- для льда;<br>- для снега;                                            | от 0 до 10<br>от 0 до 10<br>от 0 до 20 |
|                                                                                                       | Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений толщины слоя воды, льда, снега мм                                                                                              | ±0,4                                   |
| Толщина слоя атмосферных осадков на поверхности дорожного полотна (измеряемая контактным способом)    | Диапазон измерений толщины атмосферных осадков на поверхности дорожного полотна, мм:<br>- для воды;<br>- для льда                                                                   | от 0 до 10<br>от 0 до 10               |
|                                                                                                       | Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений толщины слоя воды, льда, мм                                                                                                    | ±0,4                                   |
| МОД                                                                                                   | Диапазон измерений метеорологической оптической дальности, м                                                                                                                        | от 10 до 20000                         |
|                                                                                                       | Пределы допускаемой относительной погрешности измерений метеорологической оптической дальности, %:<br>- в диапазоне св. 10 до 10000 м включ.;<br>- в диапазоне св. 10000 до 20000 м | ±10<br>±20                             |
| Скорость и направление воздушного потока                                                              | Диапазон измерений скорости воздушного потока, м/с                                                                                                                                  | от 0,5 до 60                           |
|                                                                                                       | Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений скорости воздушного потока, м/с                                                                                                | $\pm(0,3+0,03 \cdot V_{\text{изм}})$   |
|                                                                                                       | Диапазон измерений направления воздушного потока                                                                                                                                    | от 0° до 360°                          |
|                                                                                                       | Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений направления воздушного потока                                                                                                  | ±3°                                    |
| Количество и интенсивность атмосферных осадков                                                        | Минимальное измеряемое количество атмосферных осадков, мм                                                                                                                           | 0,1                                    |
|                                                                                                       | Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений количества атмосферных осадков, мм                                                                                             | $\pm(0,1+0,05 \cdot X_{\text{изм}})$   |
|                                                                                                       | Диапазон измерений интенсивности атмосферных осадков, мм/ч                                                                                                                          | от 0,1 до 200                          |
|                                                                                                       | Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений интенсивности атмосферных осадков, мм/ч                                                                                        | $\pm(0,1+0,05 \cdot I_{\text{изм}})$   |

$V_{\text{изм}}$  – измеренная скорость,  $X_{\text{изм}}$  – измеренное количество осадков,  $I_{\text{изм}}$  – измеренное значение интенсивности осадков