


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

**СОГЛАСОВАНО**





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

  
А.Н. Пронин

М.п. «16» августа 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений  
СТАНЦИИ КОМПЛЕКСНЫЕ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ АЭРОДРОМНЫЕ  
МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ КРАМС-4  
МЕТОДИКА ПОВЕРКИ  
МП 2551-0105-2022  
с изменением № 1

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

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

г. Санкт-Петербург  
2023 г.

## 1. Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на станции комплексные радиотехнические аэродромные метеорологические КРАМС-4 (далее – станции КРАМС-4), предназначенные для автоматических измерений метеорологических параметров: температуры воздуха, относительной влажности воздуха, скорости и направления воздушного потока, атмосферного давления, высоты облаков, метеорологической оптической дальности, количества осадков.

Методикой поверки должна обеспечиваться прослеживаемость поверяемых станций КРАМС-4 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 К до 273,16 К (ГЭТ35-2021), государственному первичному специальному эталону единицы скорости воздушного потока (ГЭТ150-2012), государственному первичному эталону единицы плоского угла (ГЭТ22-2014), государственному первичному эталону единиц относительной влажности газов, молярной (объемной) доли влаги, температуры точки росы/иней, 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  $1,0 \cdot 10^{-9}$  м<sup>3</sup> до 1,0 м<sup>3</sup> (ГЭТ216-2018), государственному первичному эталону единицы массы (килограмма) (ГЭТ3-2020), государственному первичному эталону единицы длины-метра (ГЭТ2-2021).

Методы, обеспечивающие реализацию методики поверки:

- непосредственное сличение – при поверке измерительного канала (далее – ИК) температуры воздуха, относительной влажности воздуха, атмосферного давления, скорости и направления воздушного потока;

- косвенные измерения – при поверке ИК высоты нижней границы облаков, метеорологической оптической дальности, количества осадков.

Станции КРАМС-4 подлежат первичной и периодической поверке.

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 (далее – ПИП) станции КРАМС-4 в течение интервала между поверками допускается проводить ремонт вышедшего из строя ПИП или его замену на однотипный, исправный с проведением поверки ИК, в котором проводилась замена/ремонт ПИП, в объеме операций первичной поверки.

2) В случае добавления новых ПИП в существующий ИК станции КРАМС-4 необходимо проведение поверки только вновь добавленных ПИП этого ИК в соответствии с утвержденной методикой поверки в объеме операций первичной поверки.

3) Результаты поверки станции КРАМС-4 по пунктам 1) и/или 2) примечания оформляются в установленном порядке.

## 2. Перечень операций поверки средства измерений

Таблица 1

Наименование операции	Обязательность выполнения операций при		Номер пункта документа о поверке
	Первичной поверке	Периодической поверке	
Внешний осмотр	да	да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	да	да	8
Проверка программного обеспечения	да	да	9
Определение метрологических характеристик:	да	да	10
- канала измерений температуры воздуха	да	да	10.1
- канала измерений относительной влажности воздуха	да	да	10.2
- канала измерений атмосферного давления	да	да	10.3
- канала измерений высоты нижней границы облаков	да	да	10.4
- канала измерений метеорологической оптической дальности	да	да	10.5
- канала измерений количества осадков	да	да	10.6
- каналов измерений скорости и направления воздушного потока	да	да	10.7
Подтверждение соответствия метрологическим требованиям	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 должны быть соблюдены следующие требования:

- температура воздуха, °С от + 15 до +25;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106.

При проведении поверки станции КРАМС-4 в условиях ее эксплуатации должны быть соблюдены следующие требования:

- температура воздуха, °С от -15 до +45;
- относительная влажность воздуха, % от 20 до 90;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106;
- метеорологическая оптическая дальность, м не менее 10000.
- отсутствие атмосферных осадков, опасных явлений.

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

### 4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку.

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику и эксплуатационную документацию (далее – ЭД), прилагаемую к станциям КРАМС-4.

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

Таблица 2

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
<p>п. 8 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)</p>	<p>Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от -15 °С до +45 °С с абсолютной погрешностью не более ±1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 20 % до 90 %, с погрешностью не более ±10 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне измерений от 84 до 106 кПа, с абсолютной погрешностью не более ±0,2 кПа;</p>	<p>Термогигрометр ИВА-6, регистрационный номер в ФИФ по ОЕИ (далее – рег. №) 46434-11</p>
<p>п. 9 Проверка программного обеспечения</p>	<p>Персональный компьютер</p>	<p>Персональный компьютер</p>
<p>п. 10.1 Поверка канала измерений температуры воздуха</p>	<p>Эталоны единицы температуры и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по ГОСТ 8.558-2009 (часть 1-2) в диапазоне значений от -60 °С до +60 °С</p>	<p>Комплекс поверочный портативный КПП-2, рег. № 66622-17</p>
<p>п. 10.2 Поверка 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 г., в диапазоне значений от 0 % до 100 %</p>	<p>Комплекс поверочный портативный КПП-3, рег. № 67967-17</p>
<p>п. 10.3 Поверка канала измерений атмосферного давления</p>	<p>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 <math>1 \cdot 10^{-1}</math> - <math>1 \cdot 10^7</math> Па, утвержденной приказом Росстандарта № 2900 от 06.12.2019, в диапазоне измерений от 500 до 1100 гПа с абсолютной погрешностью не более ±0,1 гПа</p>	<p>Комплекс поверочный портативный КПП-1, рег. № 66485-17</p>

Продолжение таблицы 2

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 10.4.1 Поверка канала измерений высоты нижней границы облаков	Рабочий эталон единицы длины по локальной поверочной схеме, согласованной ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», для средств измерений высоты нижней границы облаков в диапазоне измерений от 10 до 7600 м с абсолютной погрешностью не более $\pm 5$ м в диапазоне от 10 до 100 м включ., с относительной погрешностью не более $\pm 5$ % в диапазоне св. 100 до 7600 м	Рабочий эталон единицы длины по локальной поверочной схеме, согласованной ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева», для средств измерений высоты нижней границы облаков в диапазоне от 10 до 10000 м
п. 10.4.2 Поверка канала измерений высоты нижней границы облаков	Средства измерений расстояний и углов наклона в диапазоне измерений от 10 до 1500 м с абсолютной погрешностью не более $\pm 5$ м; Средства измерений времени и частоты в диапазоне частоты от $1 \cdot 10^{-4}$ до $5 \cdot 10^7$ Гц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 5 \cdot 10^{-5}$ Гц	Дальномер PrinCe Laser 1500, рег. № 59421-14; Генераторы импульсов серии АКПП-3300, рег. № 68025-17
п. 10.4.3 Поверка канала измерений высоты нижней границы облаков	Средства измерений длины (расстояний) высоты нижней границы облаков в диапазоне измерений расстояния от 0,05 до 200 м, абсолютная погрешность $\pm(0,005+0,005 \cdot D)$ м, диапазон воспроизведения времени задержки импульсного сигнала от 80 до 21340 нс, абсолютная погрешность от $\pm 12$ до $\pm 168$ нс	Комплекс поверочный портативный КПП-6, рег. № 70981-18
п. 10.5.1 Поверка канала измерений метеорологической оптической дальности	Наборы мер для передачи размеров единиц спектральных коэффициентов направленного пропускания, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,25$ %	Комплект нейтральных светофильтров LTOF111, рег. № 35706-07
п. 10.5.2 Поверка канала измерений метеорологической оптической дальности	Наборы мер для передачи размеров единиц спектральных коэффициентов направленного пропускания, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,5$ %	Комплект нейтральных светофильтров MITRAS LP, рег. № 22910-02



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. 10.5.3 Поверка канала измерений метеорологической оптической дальности</p>	<p>Рабочий эталон единицы длины по локальной поверочной схеме, согласованной ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», для средств измерений метеорологической оптической дальности в диапазоне воспроизведения от 10 до 50000 м, с относительной погрешностью не более <math>\pm 5\%</math> в диапазоне от 10 до 10000 м включ., не более <math>\pm 10\%</math> в диапазоне св. 10000 до 50000 м</p>	<p>Устройство задания метеорологической оптической дальности УСМОД, рег. № 86932-22</p>
<p>п. 10.5.4 Поверка канала измерений метеорологической оптической дальности</p>	<p>Наборы мер для передачи размеров единиц спектральных коэффициентов направленного пропускания, пределы допускаемой абсолютной погрешности <math>\pm 0,4\%</math></p>	<p>Комплект светофильтров КС-116, рег. № 48788-11</p>
<p>п. 10.5.5 Поверка канала измерений метеорологической оптической дальности</p>	<p>Наборы мер для передачи размеров единиц спектральных коэффициентов направленного пропускания, пределы допускаемой абсолютной погрешности <math>\pm 0,25\%</math></p>	<p>Комплект фильтров «Пеленг СФ-05», рег. № 25191-14</p>
<p>п. 10.6.1 Поверка канала измерений количества осадков</p>	<p>Средства измерений внутреннего диаметра, диапазон измерений до 300 мм, абсолютная погрешность не более <math>\pm 0,1</math> мм; Меры вместимости, номинальная вместимость 10, 100 мл, абсолютная погрешность <math>\pm 0,1</math> мл, <math>\pm 1</math> мл</p>	<p>Штангенциркуль ШЦ-1, рег. № 22088-07; Цилиндры 2-го класса точности Klin, рег. № 33562-06</p>
<p>п. 10.6.2 Поверка канала измерений количества осадков</p>	<p>Гири с номинальной массой: 1, 20, 40, 100 г; 1, 5, 10, 15, 30 кг, класс точности F2 по ГОСТ OIML R 111-1-2009</p>	<p>Гири с номинальной массой: 1, 20, 40, 100 г; 1, 5, 10, 15, 30 кг, класс точности F2 по ГОСТ OIML R 111-1-2009</p>

Продолжение таблицы 2

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
<p>п. 10.7 Поверка каналов измерений скорости и направления воздушного потока</p>	<p>Эталоны единицы скорости и направления воздушного потока и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам по Государственной поверочной схеме для средств измерений скорости воздушного потока, утвержденная приказом Росстандарта № 2815 от 25.11.2019 г. в диапазоне измерений от 0,5 до 60 м/с с абсолютной погрешностью не более <math>\pm(0,15+0,02 \cdot V_{\text{изм}})</math> м/с и диапазоном измерений направления воздушного потока от 0° до 360° с абсолютной погрешностью не более <math>\pm 1^\circ</math></p>	<p>Установка аэродинамическая АТ-60, рег. № 84585-22; Комплекс поверочный портативный КПП-4М, рег. № 83728-21</p>
<p><i>Примечание:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Средства поверки должны быть поверены, эталоны – аттестованы.</li> <li>2. Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик с требуемой точностью.</li> </ol>		

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 станции КРАМС-4 следующим требованиям:

7.1.1 Внешний вид СИ должен соответствовать описанию типа на СИ;

7.1.2 Центральное устройство станции КРАМС-4, ПИП, вспомогательное и дополнительное оборудование не должны иметь механических повреждений или иных дефектов, влияющих на качество их работы.

7.1.3 Соединения в разъемах питания станции, ПИП, вспомогательного и дополнительного оборудования должны быть надежными.

7.1.4 Маркировка станции КРАМС-4 должна быть целой, четкой, хорошо читаемой.

8. Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)

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

8.1.1 Для контроля условий поверки используются средства поверки, приведенные в таблице 2, п. 8.

8.1.2 Проверьте комплектность станции КРАМС-4.

8.1.3 Проверьте электропитание станции КРАМС-4.

8.1.4 Подготовьте к работе и включите ПИП из состава станции КРАМС-4 согласно п. 3.2.5 Руководства по эксплуатации (перед началом проведения поверки станция КРАМС-4 должна проработать не менее 1 часа).

8.1.5 Убедитесь, что для механических ПИП скорости и направления воздушного потока WAA151/WAA252, WAV151/WAV252, WM30/WMS302m, ИПВ-01, Пеленг СФ-03, ДВВ,

8.2 Опробование станции КРАМС-4 должно осуществляться в следующем порядке:

8.2.1 При опробовании станции КРАМС-4 устанавливается работоспособность в соответствии с эксплуатационной документацией на станцию.

8.2.1 Включите центральное устройство и проверьте его работоспособность.

8.2.2 Проведите проверку работоспособности ПИП, вспомогательного и дополнительного оборудования станции КРАМС-4.

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

9. Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Подтверждение соответствия программного обеспечения производится в следующем порядке:

9.2 Идентификация автономного ПО «RU.ИТАВ.00005-02» осуществляется путем проверки номера версии ПО.

9.3 Для идентификации номера версии автономного ПО «RU.ИТАВ.00005-02» необходимо в рабочем поле программы считать версию ПО в вкладке «О Программе».

9.4 Результаты идентификации программного обеспечения считают положительными, если номер версии ПО «RU.ИТАВ.00005-02» соответствует данным в таблице 3.

Таблица 3

Наименование программного обеспечения	Идентификационное наименование программного обеспечения	Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения
RU.ИТАВ.00005-02	Krams.exe	не ниже 13.01
	Port.exe	не ниже 13.01
	Priem4.exe	не ниже 13.01
	TelgEdit.exe	не ниже 13.01
	View_arx.exe	не ниже 13.01
	AB6.exe	не ниже 13.01
	View_sens.exe	не ниже 13.01
	Sens_arx.exe	не ниже 13.01
	Diag.exe	не ниже 13.01
	Graphics.exe	не ниже 13.01

10. Определение метрологических характеристик станции КРАМС-4

10.1 Проверка канала измерений температуры воздуха

10.1.1 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений станции КРАМС-4 по каналу измерений температуры воздуха с ПИП НМР45D, НМР155, ИТВВ, ДТВВ-01, ТГА выполняются в следующем порядке:

10.1.2 Подготовьте к работе комплекс поверочный портативный КПП-2 (далее – КПП-2) в соответствии с ЭД.

10.1.3 Помещайте ПИП НМР45D, НМР155, ИТВВ, ДТВВ-01, ТГА из состава станции КРАМС-4 в калибратор температуры из состава КПП-2 совместно с термометром сопротивления из состава КПП-2.

10.1.4 Установите в калибраторе значения температуры в трех точках, равномерно распределенных по поддиапазону измерений. На каждом заданном значении фиксируйте



эталонные значения,  $t_{эти}$ , КПП-2 и измеренные значения станции КРАМС-4,  $t_{изми}$ , для каждого ПИП.

10.1.5 Вычислите абсолютную погрешность станции КРАМС-4,  $\Delta t_i$ , по каналу измерений температуры воздуха по формуле:

$$\Delta t_i = t_{изми} - t_{эти}$$

10.1.6 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность канала измерений температуры воздуха станции КРАМС-4 с ПИП НМР45D во всех выбранных точках не превышает:

$$\begin{aligned} |\Delta t_i| &\leq 0,2 \text{ } ^\circ\text{C}, \text{ в диапазоне св. минус } 30 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ до плюс } 50 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ включ.}; \\ |\Delta t_i| &\leq 0,4 \text{ } ^\circ\text{C}, \text{ в диапазоне от минус } 40 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ до минус } 30 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ включ. и в диапазоне} \\ &\text{св. плюс } 50 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ до плюс } 60 \text{ } ^\circ\text{C}. \end{aligned}$$

10.1.7 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность канала измерений температуры воздуха станции КРАМС-4 с ПИП НМР155 во всех выбранных точках не превышает:

$$\begin{aligned} |\Delta t_i| &\leq 0,2 \text{ } ^\circ\text{C}, \text{ в диапазоне св. минус } 30 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ до плюс } 50 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ включ.}; \\ |\Delta t_i| &\leq 0,4 \text{ } ^\circ\text{C}, \text{ в диапазоне от минус } 60 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ до минус } 30 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ включ. и в диапазоне} \\ &\text{св. плюс } 50 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ до плюс } 60 \text{ } ^\circ\text{C}. \end{aligned}$$

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

для ИТВВ:

$$\begin{aligned} |\Delta t_i| &\leq 0,2 \text{ } ^\circ\text{C}, \text{ в диапазоне св. минус } 30 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ до плюс } 60 \text{ } ^\circ\text{C}; \\ |\Delta t_i| &\leq 0,3 \text{ } ^\circ\text{C}, \text{ в диапазоне от минус } 60 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ до минус } 30 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ включ.} \end{aligned}$$

для ДТВВ-01:

$$|\Delta t_i| \leq 0,4 \text{ } ^\circ\text{C}, \text{ в диапазоне от минус } 50 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ до плюс } 60 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

для ТГА:

$$\begin{aligned} |\Delta t_i| &\leq (0,226 - 0,0028 \cdot t) \text{ } ^\circ\text{C}, \text{ в диапазоне от минус } 60 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ до плюс } 20 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ включ.}; \\ |\Delta t_i| &\leq (0,055 + 0,0057 \cdot t) \text{ } ^\circ\text{C}, \text{ в диапазоне св. плюс } 20 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ до плюс } 60 \text{ } ^\circ\text{C}, \\ &\text{где } t \text{ – измеренное значение температуры, } ^\circ\text{C}. \end{aligned}$$

## 10.2 Проверка канала измерений относительной влажности воздуха

10.2.1 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности станции КРАМС-4 по каналу измерений относительной влажности воздуха с ПИП НМР45D, НМР155, ИТВВ, ДТВВ-01, ТГА выполняются в следующем порядке:

10.2.2 Подготовьте к работе комплекс поверочный портативный КПП-3 (далее – КПП-3) в соответствии с ЭД.

10.2.3 Помещайте ПИП НМР45D, НМР155, ИТВВ, ДТВВ-01, ТГА из состава станции КРАМС-4 в камеры солевого гигростата из состава КПП-3 с растворами солей ( $\text{LiCl}$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ) совместно с эталонным гигрометром из состава КПП-3.

10.2.4 Выдерживайте ПИП в каждом растворе солей в течение 2 часов.

10.2.5 В каждом растворе солей фиксируйте значения, измеренные станцией КРАМС-4,  $\varphi_{изми}$  и значения эталонные,  $\varphi_{эти}$ , измеренные эталонным гигрометром из состава КПП-3.

10.2.6 Вычислите для соответствующих поддиапазонов абсолютную погрешность станции КРАМС-4 по каналу измерения относительной влажности воздуха по формуле:

$$\Delta \varphi_i = \varphi_{изми} - \varphi_{эти}$$

10.2.7 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность канала измерений относительной влажности воздуха станции КРАМС-4 с ПИП НМР155, НМР45D во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta\varphi_i| \leq 3 \%, \text{ в диапазоне от } 0 \% \text{ до } 90 \% \text{ включ.};$$
$$|\Delta\varphi_i| \leq 4 \%, \text{ в диапазоне св. } 90 \% \text{ до } 100 \%.$$

10.2.8 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность канала измерений относительной влажности воздуха станции КРАМС-4 с ПИП ИТВВ, ДТВВ-01, ТГА во всех выбранных точках не превышает:

для ИТВВ:

$$|\Delta\varphi_i| \leq 3 \%, \text{ в диапазоне св. } 20 \% \text{ до } 90 \% \text{ включ.};$$
$$|\Delta\varphi_i| \leq 4 \%, \text{ в диапазоне от } 0 \% \text{ до } 20 \% \text{ включ. и св. } 90 \% \text{ до } 100 \%.$$

для ДТВВ-01:

$$|\Delta\varphi_i| \leq 2 \%, \text{ в диапазоне св. } 10 \% \text{ до } 90\% \text{ включ.}$$
$$|\Delta\varphi_i| \leq 5 \%, \text{ в диапазоне от } 0 \% \text{ до } 10 \% \text{ включ. и св. } 90 \% \text{ до } 100 \%.$$

для ТГА:

$$|\Delta\varphi_i| \leq 3 \%, \text{ при температуре от плюс } 15 \text{ }^\circ\text{C} \text{ до плюс } 25 \text{ }^\circ\text{C} \text{ включ.};$$
$$|\Delta\varphi_i| \leq 7 \%, \text{ при температуре от минус } 40 \text{ }^\circ\text{C} \text{ до минус } 10 \text{ }^\circ\text{C};$$
$$|\Delta\varphi_i| \leq 4 \%, \text{ при температуре от минус } 10 \text{ }^\circ\text{C} \text{ до } 0 \text{ }^\circ\text{C};$$
$$|\Delta\varphi_i| \leq (3+0,008 \cdot \varphi), \text{ при температуре от } 0 \text{ }^\circ\text{C} \text{ до плюс } 15 \text{ }^\circ\text{C}$$

и св. плюс 25 до плюс 40 °C включ.;

$$|\Delta\varphi_i| \leq (3+0,012 \cdot \varphi), \text{ при температуре св. плюс } 40 \text{ }^\circ\text{C} \text{ до плюс } 60 \text{ }^\circ\text{C},$$

где  $\varphi$  – измеренное значение относительной влажности, %.

### 10.3 Поверка канала измерений атмосферного давления

10.3.1 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности станции КРАМС-4 по каналу измерений атмосферного давления с ПИП РМТ16А, РТВ220, РТВ330, VARO-1, БРС-1М, ДАДС-1, БА-01 выполняются в следующем порядке:

10.3.2 Подготовьте к работе комплекс поверочный портативный КПП-1 (далее – КПП-1) в соответствии с его ЭД.

10.3.3 Подключите ПИП РМТ16А, РТВ220, РТВ330, VARO-1, БРС-1М, ДАДС-1, БА-01 из состава станции КРАМС-4 к эталонному барометру и устройству задания и поддержания давления из состава КПП-1.

10.3.4 Установите с помощью КПП-1 значения абсолютного давления в пяти точках, равномерно распределенных по диапазону измерений.

10.3.5 На каждом заданном значении фиксируйте значения,  $P_{эти}$ , измеренные эталонным барометром, и значения, измеренные станцией КРАМС-4,  $P_{измi}$ .

10.3.6 Вычислите абсолютную погрешность станции КРАМС-4,  $\Delta P_i$ , по каналу измерений атмосферного давления по формуле:

$$\Delta P_i = P_{измi} - P_{эти}$$

10.3.7 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность канала измерений атмосферного давления станции КРАМС-4 с ПИП РМТ16А, РТВ220, РТВ330, VARO-1, БРС-1М во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta P_i| \leq 0,3 \text{ гПа.}$$

10.3.8 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность канала измерений атмосферного давления станции КРАМС-4 с ПИП ДАДС-1, БА-01 во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta P_i| \leq 0,5 \text{ гПа, для ДАДС-1;}$$
$$|\Delta P_i| \leq 0,33 \text{ гПа, для БА-01.}$$

10.4 Проверка канала измерений высоты нижней границы облаков

10.4.1 Проверка диапазона и определение погрешности станции КРАМС-4 по каналу измерений высоты нижней границы облаков с ПИП CL31, CL31m, CT25k, ДОЛ-2, SKYDEX-15 выполняются в следующем порядке:

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

10.4.1.2 Используя РЭВНГО для ПИП CL31, CL31m, CT25k, ДОЛ-2, SKYDEX-15 из состава станции КРАМС-4, задавайте значения длины (высоты нижней границы облаков) в десяти точках, равномерно распределенных по диапазону измерений.

10.4.1.3 На каждом заданном значении фиксируйте эталонные значения,  $H_{\text{эти}}$ , полученные РЭВНГО, и измеренные значения станции КРАМС-4,  $H_{\text{изми}}$ .

10.4.1.4 Вычислите для соответствующих поддиапазонов абсолютную погрешность станции КРАМС-4,  $\Delta H_i$ , по каналу измерений высоты нижней границы облаков по формуле:

$$\Delta H_i = H_{\text{изми}} - H_{\text{эти}}$$

10.4.1.5 Вычислите для соответствующих поддиапазонов относительную погрешность станции КРАМС-4,  $\delta H_i$ , по каналу измерений высоты нижней границы облаков по формуле:

$$\delta H_i = \frac{H_{\text{изми}} - H_{\text{эти}}}{H_{\text{эти}}} \cdot 100 \%$$

10.4.1.6 Результаты считаются положительными, если погрешность канала измерений высоты нижней границы облаков станции КРАМС-4 с ПИП CL31, ДОЛ-2, SKYDEX-15 во всех выбранных точках не превышает:

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

10.4.1.7 Результаты считаются положительными, если погрешность канала измерений высоты нижней границы облаков станции КРАМС-4 с ПИП CL31m, CT25k во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta H_i| \leq 10 \text{ м, в диапазоне от 10 до 100 м включ.};$$
$$|\delta H_i| \leq 10 \%, \text{ в диапазоне св. 100 до 3000 м.}$$

10.4.2 Проверка диапазона и определение погрешности станции КРАМС-4 по каналу измерений высоты нижней границы облаков с ПИП СД-02-2006 выполняются в следующем порядке:

10.4.2.1 Переведите ПИП СД-02-2006 в горизонтальное положение, выберите объект (рекомендуемые объекты: отражающий экран, здание, элементы ограждающих конструкций) на расстоянии от 15 до 100 м. Наведите ПИП СД-02-2006 на объект. Фиксируйте измеренное значение, ( $H_1$ ) м, до объекта, контроль расстояния осуществляйте дальномером лазерными PrinCe Laser 1500 ( $H_2$ ) м. Критерием положительного результата является:

$$\Delta H_i = H_2 - H_1,$$
$$|\Delta H_i| \leq 10 \text{ м.}$$

10.4.2.2 Переведите ПИП СД-02-2006 в режим работы «Лазер выключен», переключатель «РЕЖИМ» на плате управления (3 и 4) поверните влево в соответствии с рисунком 1.

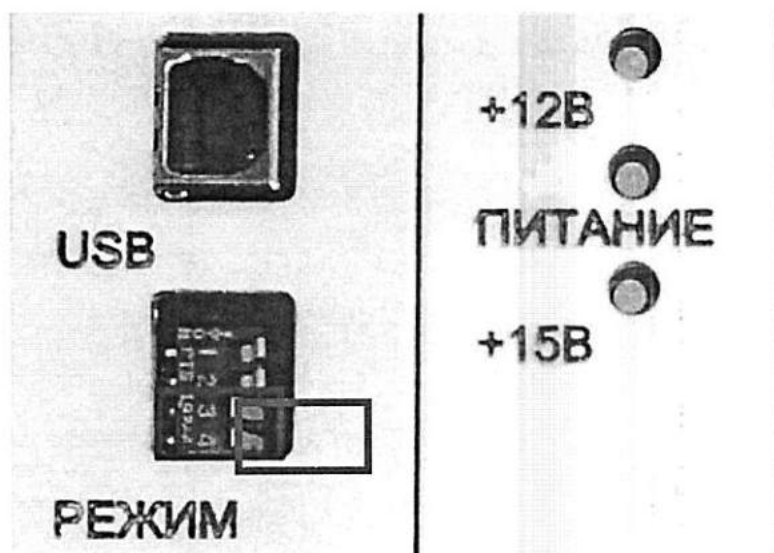


Рисунок 1 - положение переключателей

10.4.2.3 С ПИП СД-02-2006 снимите кожух, откройте дверку и установите на блоке измерительном устройстве излучающие на базе ИК-светодиода (далее – устройство).

10.4.2.4 Соедините устройство с генератором импульсов серии АКПП-3300 в соответствии с ЭД.

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

10.4.2.6 Задавайте генератором импульсов временные интервалы в девяти точках, по три точки в каждом поддиапазоне измерений. Рекомендуемые интервалы временных задержек представлены в таблице 4

Таблица 4

Интервалы временных задержек, с	Значения высоты нижней границы облаков, м
$1 \cdot 10^{-7}$	15
$4 \cdot 10^{-7}$	60
$7 \cdot 10^{-7}$	105
$3 \cdot 10^{-6}$	450
$6 \cdot 10^{-6}$	900
$12 \cdot 10^{-6}$	1800
$14 \cdot 10^{-6}$	2100
$2,4 \cdot 10^{-5}$	3600

10.4.2.7 На каждом заданном значении фиксируйте показания ПИП СД-02-2006 на экране персонального компьютера.

10.4.2.8 Вычислите для соответствующих поддиапазонов абсолютную погрешность станции КРАМС-4,  $\Delta H_i$ , по каналу измерений высоты нижней границы облаков по формуле:

$$\Delta H_i = H_{измi} - H_{этi};$$

где  $H_{этi}$  – значения высоты нижней границы облаков, заданные генератором, м;

$H_{измi}$  – значения высоты нижней границы облаков, измеренные, м.

10.4.2.9 Вычислите для соответствующих поддиапазонов относительную погрешность станции КРАМС-4,  $\delta H_i$ , по каналу измерений высоты нижней границы облаков по формуле:

$$\delta H_i = \frac{H_{\text{изм}i} - H_{\text{эт}i}}{H_{\text{эт}i}} \cdot 100 \%$$

где  $H_{\text{эт}i}$  – значения высоты нижней границы облаков, заданные генератором, м;  
 $H_{\text{изм}i}$  – значения высоты нижней границы облаков, измеренные, м.

10.4.2.10 Результаты считаются положительными, если погрешность канала измерений высоты нижней границы облаков станции КРАМС-4 с ПИП СД-02-2006 во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta H_i| \leq 10 \text{ м, в диапазоне от 10 до 100 м включ.};$$
$$|\delta H_i| \leq 10 \%, \text{ в диапазоне св. 100 до 3000 м.}$$

10.4.3 Проверка диапазона и определение погрешности станции КРАМС-4 по каналу измерений высоты нижней границы облаков с ПИП ДВО-2, РВО-5 выполняются в следующем порядке:

10.4.3.1 Подготовьте к работе комплекс поверочный портативный КПП-6 (далее – КПП-6) в соответствии с его ЭД.

10.4.3.2 Установите на излучатель и приемник ПИП ДВО-2 и РВО-5 из состава станции КРАМС-4 оптические замыкатели (наклонные отражатели) под углом 45 градусов. Измерьте дальномером из состава КПП-6 расстояние между излучателем и приемником, расстояние должно быть  $(10 \pm 1)$  м.

10.4.3.3 Проведите измерение «нулевой высоты» для ПИП ДВО-2, РВО-5, показания должны составлять 5 метров.

10.4.3.4 Подключите ЛЗТ-3 из состава КПП-6 к измерительного преобразователям ДВО-2 и РВО-5, поочередно задавая ЛЗТ-3 временные интервалы (эквивалентные значения высоты нижней границы облаков).

10.4.3.5 На каждом заданном значении фиксируйте эталонные значения,  $H_{\text{эт}i}$ , указанные в формуляре/свидетельстве о поверке ЛЗТ-3 и измеренные значения ПИП ДВО-2, РВО-5  $H_{\text{изм}i}$ .

10.4.3.6 Вычислите для соответствующих поддиапазонов абсолютную погрешность станции КРАМС-4,  $\Delta H_i$ , по каналу измерений высоты нижней границы облаков по формуле:

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

10.4.3.7 Вычислите для соответствующих поддиапазонов относительную погрешность станции КРАМС-4,  $\delta H_i$  по каналу измерений высоты нижней границы облаков по формуле:

$$\delta H_i = \frac{H_{\text{изм}i} - H_{\text{эт}i}}{H_{\text{эт}i}} \cdot 100 \%$$

10.4.3.8 Результаты считаются положительными, если погрешность канала измерений высоты нижней границы облаков станции КРАМС-4 с ПИП ДВО-2, РВО-5 во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta H_i| \leq 10 \text{ м, в диапазоне св. 10 до 100 м включ.};$$
$$|\delta H_i| \leq 10 \%, \text{ в диапазоне св. 100 до 3000 м.}$$

10.5 Поверка канала измерений метеорологической оптической дальности

10.5.1 Проверка диапазона и определение относительной погрешности станции КРАМС-4 по каналу измерений метеорологической оптической дальности с ПИП ЛТ31 выполняются в следующем порядке:

10.5.1.1 Разместите держатель комплекта светофильтров ЛТОF111 на излучателе ПИП ЛТ31 из состава станции КРАМС-4.



10.5.1.2 Подключите ноутбук к сервисному порту измерительного преобразователя LT31, запустите терминальную программу, следуйте инструкциям на экране.

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

10.5.1.4 Вычислите относительную погрешность станции КРАМС-4,  $\delta S_i$ , по каналу измерений метеорологической оптической дальности по формуле:

$$\delta S_i = \frac{S_{измi} - S_{эти}}{S_{эти}} \cdot 100 \%$$

10.5.1.5 Результаты считаются положительными, если относительная погрешность канала измерений метеорологической оптической дальности станции КРАМС-4 с ПИП LT31 во всех выбранных точках не превышает:

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

10.5.2 Проверка диапазона и определение относительной погрешности станции КРАМС-4 по каналу измерений метеорологической оптической дальности с ПИП MITRAS выполняются в следующем порядке:

10.5.2.1 Разместите держатель комплекта нейтральных светофильтров ПИП MITRAS LP на излучателе ПИП MITRAS из состава станции КРАМС-4.

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

10.5.2.3 Последовательно устанавливайте нейтральные светофильтры из состава MITRAS LP в держатель в порядке возрастания значений их КНП. На каждом установленном фильтре дождитесь стабильного значения (около 5 мин).

10.5.2.4 Фиксируйте эталонное значение,  $S_{эти}$  (м), в поле «FILTER VISIBILITY» и измеренное значение,  $S_{измi}$  (м), в поле «VIS». Повторите операцию в порядке уменьшения значений КНП.

10.5.2.5 Вычислите для соответствующих поддиапазонов относительную погрешность станции КРАМС-4,  $\delta S_i$ , по каналу измерений метеорологической оптической дальности по формуле:

$$\delta S_i = \frac{S_{измi} - S_{эти}}{S_{эти}} \cdot 100 \%$$

10.5.2.6 Результаты считаются положительными, если относительная погрешность канала измерений метеорологической оптической дальности станции КРАМС-4 с ПИП MITRAS во всех выбранных точках не превышает:

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

10.5.3 Проверка диапазона и определение относительной погрешности станции КРАМС-4 по каналу измерений метеорологической оптической дальности с ПИП FD12/FD12P, FS11/FS11P, FD70, PWD/PWD22m, Пеленг СЛ-03, ДМДВ, ОХТА выполняются в следующем порядке:

10.5.3.1 Подключите ноутбук к ПИП FD12/FD12P, FS11/FS11P, FD70, PWD/PWD22m, Пеленг СЛ-03, ДМДВ, ОХТА через их сервисный порт, для соединения используйте терминальную программу.

10.5.3.2 Подготовьте к работе устройство задания метеорологической оптической дальности УСМОД (далее – эталон) в соответствии с его ЭД.

10.5.3.3 Закрепите эталон на ПИП.

10.5.3.4 Задавайте эталоном значения метеорологической оптической дальности в пяти точках, равномерно распределенных по диапазону измерений.

10.5.3.5 В каждой точке заданного значения метеорологической оптической дальности выдерживайте эталон в течение 10 минут.

10.5.3.6 В каждой точке заданного значения МОД фиксируйте показания измеренного значения метеорологической оптической дальности,  $S_{изм}$ , на экране ноутбука, эталонные значения,  $S_{эт}$ , возьмите из контрольной таблицы эталона.

10.5.3.7 Вычислите для соответствующих поддиапазонов относительную погрешность измерений МОД по формуле:

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

10.5.3.8 Результаты считаются положительными, если относительная погрешность канала измерений метеорологической оптической дальности станции КРАМС-4 с ПИП FD12/FD12P, FS11/FS11P, PWD/PWD22m, Пеленг СЛ-03 во всех выбранных точках не превышает:

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

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

10.5.3.9 Результаты считаются положительными, если относительная погрешность канала измерений метеорологической оптической дальности станции КРАМС-4 с ПИП FD70 во всех выбранных точках не превышает:

$$|\delta S_i| \leq 8 \%, \text{ в диапазоне от } 10 \text{ до } 600 \text{ м включ.};$$

$$|\delta S_i| \leq 10 \%, \text{ в диапазоне св. } 600 \text{ до } 10000 \text{ м включ.};$$

$$|\delta S_i| \leq 20 \%, \text{ в диапазоне св. } 10000 \text{ до } 50000 \text{ м.}$$

10.5.3.10 Результаты считаются положительными, если относительная погрешность канала измерений метеорологической оптической дальности станции КРАМС-4 с ПИП ДМДВ, ОХТА во всех выбранных точках не превышает:

$$|\delta S_i| \leq 8 \%, \text{ в диапазоне от } 10 \text{ до } 600 \text{ м включ.};$$

$$|\delta S_i| \leq 10 \%, \text{ в диапазоне св. } 600 \text{ до } 10000 \text{ м включ.};$$

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

10.5.4 Проверка диапазона измерений и определение относительной погрешности станции КРАМС-4 по каналу измерений метеорологической оптической дальности с ПИП ФИ-3, ФИ-4 выполняются в следующем порядке.

10.5.4.1 Разместите держатель для комплекта светофильтров КС-116 на приемнике ПИП ФИ-3, ФИ-4 из состава станции КРАМС-4. Диафрагмой держателя установите максимальное значение показаний (100 %).

10.5.4.2 Поместите в держатель светонепроницаемый экран, после выдержки в течение 5 мин, снимите показания МОД,  $S_{м1}$ , м.

10.5.4.3 Рассчитайте  $S_{эти}$  по формуле:

$$S_{эти} = \frac{l \cdot \ln(20)}{\ln\left(\frac{1}{\tau}\right)},$$

где:  $l$  – длина пути светового потока в слое атмосферы между приемником и передатчиком фотометра,  $\tau$  – коэффициент направленного пропускания нейтрального светофильтра.

10.5.4.4 Последовательно устанавливайте нейтральные светофильтры из состава КС-116 в держатель,  $S_{эти}$ , в порядке возрастания значений их коэффициентов направленного пропускания (далее – КНП), на каждом установленном фильтре дождитесь стабильного значения (около 5 мин). Фиксируйте измеренное значение,  $\tau'$ . Повторите операцию в порядке уменьшения значений их КНП.

10.5.4.5 Рассчитайте  $S_{измi}$  по формуле:

$$S_{измi} = \frac{l \cdot \ln(20)}{\ln\left(\frac{1}{\tau'}\right)},$$

где:  $l$  – длина пути светового потока в слое атмосферы между приемником и передатчиком фотометра,  $\tau'$  – значение коэффициента пропускания на дисплее.

10.5.4.6 Снимите светофильтры, проверьте максимальное значение показаний (около 100 %).

10.5.4.7 Повторите пункт 10.5.4.4, снимите показания МОД,  $S_{M2}$ , м.

10.5.4.8 Определите дрейф нулевого значения шкалы МОД,  $\Delta S_{M0}$ , по формуле:

$$\Delta S_{M0} = S_{M2} - S_{M1},$$

полученное значение, должно быть не более 10 м.

10.5.4.9 Вычислите для соответствующих поддиапазонов относительную погрешность станции КРАМС-4,  $\delta S_i$ , по каналу измерений метеорологической оптической дальности по формуле:

$$\delta S_i = \frac{S_{измi} - S_{эти}}{S_{эти}} \cdot 100 \%$$

10.5.4.10 Результаты считаются положительными, если относительная погрешность канала измерений метеорологической оптической дальности станции КРАМС-4 с ПИП ФИ-3 во всех выбранных точках не превышает:

$$\begin{aligned} |\delta S_i| &\leq 15 \%, \text{ в диапазоне от 30 до 200 м включ.}; \\ |\delta S_i| &\leq 10 \%, \text{ в диапазоне св. 200 до 400 м включ.}; \\ |\delta S_i| &\leq 7 \%, \text{ в диапазоне св. 400 до 1500 м включ.}; \\ |\delta S_i| &\leq 10 \%, \text{ в диапазоне св. 1500 до 3000 м включ.}; \\ |\delta S_i| &\leq 20 \%, \text{ в диапазоне св. 3000 до 8000 м.} \end{aligned}$$

10.5.4.11 Результаты считаются положительными, если относительная погрешность канала измерений метеорологической оптической дальности станции КРАМС-4 с измерительным преобразователем ФИ-4 во всех выбранных точках не превышает:

$$\begin{aligned} |\delta S_i| &\leq 15 \%, \text{ в диапазоне от 20 до 250 м включ.}; \\ |\delta S_i| &\leq 10 \%, \text{ в диапазоне св. 250 до 3000 м включ.}; \\ |\delta S_i| &\leq 20 \%, \text{ в диапазоне св. 3000 до 10000 м.} \end{aligned}$$

10.5.5 Проверка диапазона и определение относительной погрешности станции КРАМС-4 по каналу измерений метеорологической оптической дальности с ПИП ИМДВ-1, Пеленг СФ-01 выполняются в следующем порядке.

10.5.5.1 Разместите держатель из комплекта фильтров Пеленг СФ-05 на излучателе измерительного преобразователя ИМДВ-1, Пеленг СФ-01 из состава станции КРАМС-4. Установите максимальное значение показаний (100 %) на ИМДВ-1, Пеленг СФ-01.

10.5.5.2 Рассчитайте  $S_{эти}$  по формуле:

$$S_{эти} = \frac{l \cdot \ln(20)}{\ln\left(\frac{1}{\tau}\right)},$$

где:  $l$  – длина пути светового потока в слое атмосферы между приемником и передатчиком фотометра,  $\tau$  – коэффициент направленного пропускания нейтрального светофильтра.

10.5.5.3 Последовательно устанавливайте нейтральные светофильтры из состава Пеленг СФ-05 в держатель,  $S_{эти}$ , в порядке возрастания значений их КНП, на каждом установленном фильтре дождитесь стабильного значения (около 5 мин). Фиксируйте измеренное значение,  $\tau'$ . Повторите операцию в порядке уменьшения значений КНП.

10.5.5.4 Рассчитайте  $S_{изми}$  по формуле:

$$S_{изми} = \frac{l \cdot \ln(20)}{\ln\left(\frac{1}{\tau'}\right)},$$

где:  $l$  – длина пути светового потока в слое атмосферы между приемником и передатчиком фотометра,  $\tau'$  – значение коэффициента пропускания на дисплее.

10.5.5.5 Снимите светофильтры, проверьте максимальное значение показаний (около 100 %).

10.5.5.6 Вычислите для соответствующих поддиапазонов относительную погрешность станции КРАМС-4,  $\delta S_i$ , по каналу измерений метеорологической оптической дальности по формуле:

$$\delta S_i = \frac{S_{изми} - S_{эти}}{S_{эти}} \cdot 100 \%$$

10.5.5.7 Результаты считаются положительными, если относительная погрешность канала измерений метеорологической оптической дальности станции КРАМС-4 с ПИП ИМДВ-1, Пеленг СФ-01 во всех выбранных точках не превышает:

$$\begin{aligned} |\delta S_i| &\leq 15 \%, \text{ в диапазоне от 30 до 200 м включ.}; \\ |\delta S_i| &\leq 10 \%, \text{ в диапазоне св. 200 до 400 м включ.}; \\ |\delta S_i| &\leq 7 \%, \text{ в диапазоне св. 400 до 1500 м включ.}; \\ |\delta S_i| &\leq 10 \%, \text{ в диапазоне св. 1500 до 3000 м включ.}; \\ |\delta S_i| &\leq 20 \%, \text{ в диапазоне св. 3000 до 8000 м.} \end{aligned}$$

10.6 Проверка канала измерений количества осадков

10.6.1 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности станции КРАМС-4 по каналу измерений количества осадков с ПИП RG13, RG13Н выполняются в следующем порядке:

10.6.1.1 С помощью штангенциркуля ШЦ-1 измерьте диаметр приемной камеры ПИП.

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

$$X_{эт} = 4 \frac{V_{эт}}{\pi d^2}$$

где  $d$  – внутренний диаметр приемной камеры преобразователя, мм,  $V_{эт}$  – в мм<sup>3</sup>; (соответствие объема воды количеству осадков представлено в приложении Б).



10.6.1.3 Фиксируйте показания по каналу измерений количества осадков,  $X_{изм}$ , на экране станции КРАМС-4.

10.6.1.4 Вычислите абсолютную погрешность станции КРАМС-4 по каналу измерений количества осадков,  $\Delta X_i$ , по формуле

$$\Delta X_i = X_{изм} - X_{эт}$$

10.6.1.5 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность канала измерений количества осадков станции КРАМС-4 с ПИП RG13, RG13H во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta X_i| \leq (0,2 + 0,05 \cdot X) \text{ мм},$$

где  $X$  – измеренное значение количества осадков, мм.

10.6.2 Проверка диапазона измерений и определение абсолютной погрешности станции КРАМС-4 по каналу измерений количества осадков с ПИП Pluvio<sup>2</sup> выполняются в следующем порядке:

10.6.2.1 Установите ПИП Pluvio<sup>2</sup> из состава станции КРАМС-4 на ровную твердую поверхность.

10.6.2.2 Произведите демонтаж корпуса и контейнера для сбора осадков.

10.6.2.3 Зафиксируйте начальное значение (в мм), измеренные станцией КРАМС-4,  $M_0$ .

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

10.6.2.5 Произведите измерения количества осадков станции КРАМС-4.

10.6.2.6 Повторите операции с п. 10.6.2.4 - 10.6.2.5, помещая на устройство взвешивания осадков гири общей массой 20, 100 г; 1, 5, 10, 15, 30 кг.

10.6.2.7 На каждом заданном значении фиксируйте значения, измеренные станцией КРАМС-4,  $X_{изм_i}$ , и значения эталонные,  $X_{эти}$ .

10.6.2.8 Вычислите измеренные значения  $X'_{изм_i}$  (с учетом демонтированных корпуса и контейнера для сбора осадков) по формуле:

$$X'_{изм_i} = X_{изм_i} - X_0$$

10.6.2.9 Вычислите абсолютную погрешность станции КРАМС-4 по каналу измерений количества осадков  $\Delta X$ , по формуле:

$$\Delta X_i = X'_{изм_i} - X_{эти}$$

10.6.2.10 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность канала измерений количества осадков станции КРАМС-4 с ПИП Pluvio<sup>2</sup> во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta X_i| \leq (1 + 0,01 \cdot X) \text{ мм},$$

где  $X$  – измеренное значение количества осадков, мм.

10.7 Проверка каналов измерений скорости и направления воздушного потока

10.7.1 Первичная проверка станции КРАМС-4 по каналу измерений скорости воздушного потока выполняется в следующем порядке:

10.7.1.1 Поместите в рабочую зону установки аэродинамической АТ-60 ПИП WAA151, WAA252, ИПВ-01, WMT700, WM30/WMS302m, Пеленг СФ-03, ДВВ, ДСНВ, Ветромер-1 из состава станции КРАМС-4.

10.7.1.2 Задавайте в установке аэродинамической АТ-60 (далее – АТ-60) значения скорости воздушного потока в пяти точках, равномерно распределенных по поддиапазону измерений,  $V_{эти}$ .

10.7.1.3 На каждом заданном значении фиксируйте показания,  $V_{изм_i}$ , станции КРАМС-4 для каждого ПИП.

10.7.1.4 Вычислите для соответствующих поддиапазонов абсолютную погрешность станции КРАМС-4 по каналу измерений скорости воздушного потока по формуле:

$$\Delta V_i = V_{изм_i} - V_{эти}$$



10.7.1.5 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность канала измерений скорости воздушного потока станции КРАМС-4 с ПИП WAA151, WAA252, ИПВ-01, WMT700, WM30/WMS302m, ДВВ, ДСНВ во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta V_i| \leq 0,5 \text{ м/с, в диапазоне от 0,5 до 5 м/с включ.};$$

$$|\Delta V_i| \leq (0,3+0,04 \cdot V) \text{ м/с, в диапазоне св. 5 до 60 м/с,}$$

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

10.7.1.6 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность канала измерений скорости воздушного потока станции КРАМС-4 с ПИП Пеленг СФ-03 во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta V_i| \leq 0,5 \text{ м/с, в диапазоне от 1 до 5 м/с, включ.};$$

$$|\Delta V_i| \leq (0,3+0,04 \cdot V) \text{ м/с, в диапазоне св. 5 до 55 м/с,}$$

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

10.7.1.7 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность канала измерений скорости воздушного потока станции КРАМС-4 с ПИП Ветромер-1 во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta V_i| \leq (0,3+0,05 \cdot V_{\text{изм}}) \text{ м/с.}$$

10.7.2 Первичная проверка станции КРАМС-4 по каналу измерений направления воздушного потока с ПИП WAV151, WAV252, ИПВ-01, WMT700, WM30/WMS302m, Пеленг СФ-03, ДВВ, ДСНВ, Ветромер-1 выполняется в следующем порядке:

10.7.2.1 Поместите в рабочую зону АТ-60 ПИП WAV151, WAV252, ИПВ-01, WMT700, WM30/WMS302m, Пеленг СФ-03, ДВВ, ДСНВ из состава станции КРАМС-4.

10.7.2.2 Установите ПИП на поворотный стол из состава АТ-60, совместив шкалу на ПИП и на поворотном столе таким образом, чтобы показания соответствовали  $(0 \pm 1)$  градусов.

10.7.2.3 Задавайте в АТ-60 значение скорости воздушного потока, равное 1 м/с, при заданной скорости воздушного потока последовательно задайте поворотным столом пять значений направления воздушного потока, равномерно распределенных по диапазону (поддиапазону) измерений,  $A_{\text{эти}}$ .

10.7.2.4 Фиксируйте показания,  $A_{\text{изми}}$ , станции КРАМС-4 для каждого ПИП.

10.7.2.5 Повторите пункты 10.7.2.3 - 10.7.2.4, установив скорость воздушного потока, равную 5 м/с в рабочей зоне АТ-60.

10.7.2.6 Вычислите для соответствующих диапазонов (поддиапазонов) абсолютную погрешность станции КРАМС-4,  $\Delta A_i$ , по каналу измерений направления воздушного потока по формуле:

$$\Delta A_i = A_{\text{изми}} - A_{\text{эти}}$$

10.7.2.7 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность канала измерений направления воздушного потока станции КРАМС-4 с ПИП WAV151, WAV252, WM30/WMS302m, WMT700, Ветромер-1 во всех выбранных точках не превышает:

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

10.7.2.8 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность канала измерений направления воздушного потока станции КРАМС-4 с ПИП Пеленг СФ-03 во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta A_i| \leq 5^\circ.$$

10.7.2.9 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность канала измерений направления воздушного потока станции КРАМС-4 с ПИП ИПВ-01 во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta A_i| \leq 10^\circ, \text{ в диапазоне от } 0,5 \text{ до } 1 \text{ м/с, включ.},$$

$$|\Delta A_i| \leq 3^\circ, \text{ в диапазоне св. } 1 \text{ до } 60 \text{ м/с.}$$

10.7.2.10 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность канала измерений направления воздушного потока станции КРАМС-4 с ПИП ДВВ, ДСНВ во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta A_i| \leq 2^\circ.$$

10.7.3 Допускается проведение периодической поверки каналов измерений скорости и направления воздушного потока станции КРАМС-4 в условиях ее эксплуатации с ПИП WAA151, WAA252, WAV151, WAV252, ИПВ-01, WM30/WMS302m, ДВВ, ДСНВ, Пеленг СФ-03 в следующем порядке:

10.7.3.1 Присоедините раскручивающее устройство из состава КПП-4М к ПИП WAA151, WAA252, ИПВ-01, WM30, WMS302m, ДВВ, ДСНВ Пеленг СФ-03 из состава станции КРАМС-4.

10.7.3.2 Задавайте с помощью КПП-4М значения частоты вращения оси раскручивающего устройства в пяти точках, равномерно распределенных по диапазону (поддиапазону) измерений (соответствие частоты вращения и скорости воздушного потока указано в таблицах 5, 6, 7).

Таблица 5 – Эквивалентные значения скорости воздушного потока для ПИП WAA151, WAA252, ИПВ-01, WM30/WMS302m, ДСНВ

Значение частоты вращения, об/мин	Эквивалентные значения скорости воздушного потока, м/с WAA151, WAA252, WM30/WMS302m	Эквивалентные значения скорости воздушного потока, м/с ИПВ-01	Эквивалентные значения скорости воздушного потока, м/с ДСНВ
20	0,5	-	0,5
100	2,3	0,7	2,6
200	4,6	1,3	4,8
500	11,5	2,7	11,5
2000	46,0	10,2	45,2
2400	-	12,2	-
2500	57,5	12,7	56,4
3200	-	16,2	-
6000	-	30,2	-
11000	-	55,2	-
12000	-	-	-

Таблица 6 – Эквивалентные значения скорости воздушного потока для ПИП ДВВ

Значение частоты вращения, об/мин	Эквивалентные значения скорости воздушного потока, м/с ДВВ
20	-
100	0,5
200	1,0
500	2,5
2000	9,8
2400	-
2500	12,2
3200	15,7
6000	29,4
12000	58,8

Таблица 7 – Эквивалентные значения скорости воздушного потока для ПИП Пеленг СФ-03

Значение частоты вращения, об/мин	Эквивалентные значения скорости воздушного потока, м/с
15	1,5
30	3,0
50	4,9
160	15,0
324	30,0
597	55,0

10.7.3.3 На каждой имитируемой скорости воздушного потока фиксируйте значения, измеренные станцией КРАМС-4,  $V_{изм}$  и значения эталонные,  $V_{эт}$ , из таблиц 5, 6, 7 в зависимости от установленной с помощью КПП-4М частоты вращения.

10.7.3.4 Вычислите абсолютную погрешность станции КРАМС-4 по каналу измерений скорости воздушного потока по формуле:

$$\Delta V_i = V_{измi} - V_{этi}$$

10.7.3.5 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность канала измерений скорости воздушного потока станции КРАМС-4 во всех выбранных точках не превышает:

для WAA151, WAA252, WM30, WMS302m, ИПВ-01, ДВВ, ДСНВ:

$$|\Delta V_i| \leq 0,5 \text{ м/с, в диапазоне от 0,5 до 5 м/с, включ.},$$

$$|\Delta V_i| \leq (0,3 + 0,04 \cdot V) \text{ м/с, в диапазоне св. 5 до 60 м/с,}$$

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

для Пеленг СФ-03:

$$|\Delta V_i| \leq 0,5 \text{ м/с в диапазоне от 1 до 5 м/с включ.};$$

$$|\Delta V_i| \leq (0,3 + 0,04 \cdot V) \text{ м/с в диапазоне св. 5 до 55 м/с.}$$

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

10.7.4 Периодическая поверка станции КРАМС-4 в условиях ее эксплуатации по каналу измерения направления воздушного потока с ПИП WAV151, WAV252, ИПВ-01, WM30/WMS302m, ДВВ, ДСНВ, Пеленг СФ-03 производится в следующем порядке:

10.7.4.1 Установите ПИП WAV151, WAV252, ИПВ-01, WM30, WMS302m, ДВВ, ДСНВ, Пеленг СФ-03 из состава станции КРАМС-4 на лимб из состава КПП-4М, совместив шкалу на ПИП и на лимбе таким образом, чтобы показания соответствовали  $(0 \pm 1)$  градусов.

10.7.4.2 Задайте лимбом значения направления воздушного потока в пяти точках, равномерно распределенных по диапазону (поддиапазону) измерений.

10.7.4.3 На каждом заданном значении фиксируйте значения,  $A_{измi}$ , измеренные станцией КРАМС-4, и значения эталонные,  $A_{эти}$ , заданные лимбом.

10.7.4.4 Вычислите для соответствующих диапазонов (поддиапазонов) абсолютную погрешность станции КРАМС-4 по каналу измерения направления воздушного потока по формуле:

$$\Delta A_i = A_{измi} - A_{эти}$$

10.7.4.5 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность канала измерений направления воздушного потока станции КРАМС-4 во всех выбранных точках не превышает:

для WAV151, WAV252, WM30/WMS302m:

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

для ДВВ, ДСНВ:

$$|\Delta A_i| \leq 2^\circ.$$

10.7.4.6 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность канала измерений направления воздушного потока станции КРАМС-4 с ПИП ИПВ-01 во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta A_i| \leq 10^\circ, \text{ в диапазоне от } 0,5 \text{ до } 1 \text{ м/с, включ.},$$

$$|\Delta A_i| \leq 3^\circ, \text{ в диапазоне св. } 1 \text{ до } 60 \text{ м/с.}$$

10.7.4.7 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность канала измерений направления воздушного потока станции КРАМС-4 с ПИП Пеленг СФ-03 во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta A_i| \leq 5^\circ.$$

## 11. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

В результате анализа характеристик, полученных в результате поверки, делается вывод о пригодности дальнейшего использования средства измерений. Критериями пригодности является соответствие погрешности средства измерений п. п. 10.1.1.6 - 10.1.1.8, п. п. 10.2.7 - 10.2.8, п. п. 10.3.7 - 10.3.8, п. п. 10.4.1.6 - 10.4.1.7, п. 10.4.2.10, п. 10.4.3.8, п. 10.5.1.5, п. 10.5.2.6, п. п. 10.5.3.8 - 10.5.3.10, п. п. 10.5.4.10 - 10.5.4.11, п. 10.5.5.7, п. 10.6.1.5, п. 10.6.2.10, п. 10.7.1.5 - 10.7.1.7, п. п. 10.7.2.7 - 10.7.2.10, п. 10.7.3.5, п. п. 10.7.4.5 - п. 10.7.4.7 настоящей методики поверки.

## 12. Оформление результатов поверки

12.1 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.

12.2 Протокол оформляется по запросу.

Приложение А  
(обязательное)  
Соответствие массы количеству осадков.

Соответствие массы количеству осадков рассчитывается по формуле:

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

где А – масса, кг

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

X<sub>x</sub> – минимальное измеряемое значение количества осадков, м.

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

Ниже приведена таблица соответствия массы количеству осадков при следующих значениях:

S – 0,02 м<sup>2</sup>, X<sub>x</sub> – 0,001 м.

Таблица А.1

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



Приложение Б  
(обязательное)  
Соответствие объема воды количеству осадков

Таблица Б.1

Объем воды, мл	Эквивалентное количество осадков, мм
4	0,1
50	1,3
500	12,5
1000	25,0
2000	50,0
5000	125,0
8000	200,0