

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. «01» февраля 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Комплексы автоматизированные измерительные АИК
МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 254-0176-2023

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

А.Ю. Левин

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

Данная методика поверки распространяется на комплексы автоматизированные измерительные АИК (далее - комплексы АИК), предназначенные для автоматических измерений метеорологических параметров: уровня воды, гидростатического давления, количества атмосферных осадков, относительной влажности воздуха, температуры воздуха, температуры воды, температуры почвы, скорости и направления воздушного потока, атмосферного давления.

Методикой поверки должна обеспечиваться прослеживаемость комплексов АИК к государственным первичным эталонам единиц величин: к 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 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 $1 \cdot 10^{-1}$ - $7 \cdot 10^5$ Па (ГЭТ101-2011), государственному первичному эталону единицы длины-метра (ГЭТ2-2021), государственному первичному эталону единицы массы(килограмма)(ГЭТ3-2020),

Методы, обеспечивающие реализацию методики поверки:

- непосредственное сличение – при определении метрологических характеристик канала измерений температуры воздуха, температуры воды, температуры почвы, относительной влажности воздуха, атмосферного давления, скорости и направления воздушного потока

- косвенные измерения - при определении метрологических характеристик канала измерений количества атмосферных осадков, уровня воды, гидростатического давления

Комплексы АИК 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 измерительного преобразователя комплекса АИК в течение интервала между поверками, допускается проводить ремонт вышедшего из строя измерительного преобразователя или его замену на однотипный, исправный с проведением поверки измерительного канала (ИК), в котором проводилась замена, ремонт измерительного преобразователя, в объеме операций первичной поверки.

2. Перечень операций поверки средства измерений

Таблица 1

Наименование операции поверки	Номер пункта МП	Обязательность выполнения операции поверки при	
		Первичной поверке	Периодической поверке
Внешний осмотр	7	да	да
Опробование	8	да	да
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	8.1	да	да
Подтверждение соответствия ПО	9	да	да
Определение метрологических характеристик:	10	да	да
- канала измерений атмосферного давления	10.1	да	да
- канала измерений температуры воздуха и канала температуры почвы	10.2	да	да
- канала измерений относительной влажности воздуха	10.3	да	да
- канала измерений скорости воздушного потока	10.4	да	да
- канала измерений направления воздушного потока	10.5	да	да
- канала измерений количества осадков	10.6	да	да
- канал измерений уровня воды	10.7	да	да
- канал измерений гидростатического давления	10.8	да	да
- канал измерений температуры воды	10.9	да	да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.	11	да	да

2.1 При отрицательных результатах одной из операций поверка прекращается.

3. Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие требования:

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

При 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 комплексам АИК.

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. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)</p>	<p>Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +15 до +35 °С с абсолютной погрешностью не более ±1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 25 до 90 %, с погрешностью не более ±10 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106 кПа, с абсолютной погрешностью не более ±0,2 кПа;</p>	<p>Термогигрометр ИВА-6, мод. ИВА-6Н-Д, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – рег. №) № 82393-21</p>
<p>п. 10.1 Определение метрологических характеристик при измерении 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 1·10⁻¹ - 1·10⁷ Па, утвержденной приказом Росстандарта № 2900 от 06.12.2019, в диапазоне измерений от 500 до 1100 гПа. Вспомогательные технические средства: Устройство задания и поддержания давления в диапазоне значений от 500 до 1100 гПа</p>	<p>Комплекс поверочный портативный КПП-1, рег. № 66485-17;</p>
<p>п. 10.2 Определение метрологических характеристик по каналу измерения температуры воздуха и каналу измерений температуры почвы</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 № 3253 от 23.12.2022 в диапазоне значений от -50 °С до +70 °С; Вспомогательные технические средства: Камера климатическая, диапазон поддержания температуры от -50 °С до +70 °С.</p>	<p>Термометр сопротивления платиновый вибропрочные эталонные ПТСВ-2-3, рег. номер 57690-14 Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8, рег. номер 19736-11; Камера СМ-70/180-250 ТВХ</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 Определение метрологических характеристик по каналу 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, утвержденная приказом Росстандарта № 2885 от 15.12.2021 г. в диапазоне измерений от 0 % до 100 %, с предельной допускаемой абсолютной погрешностью измерений ± 1 %.</p> <p>Вспомогательные технические средства: Камера климатическая, диапазон поддержания относительной влажности от 5 % до 100 %.</p>	<p>Гигрометр Rotronic HygroPalm HP22, рег. номер 64196-16;</p> <p>Камера CM-70/180-250 TBX</p>
<p>п. 10.4 Определение метрологических характеристик по каналу измерений скорости воздушного потока</p>	<p>Рабочий эталон (установка аэродинамическая измерительная) по Государственной поверочной схеме для средств измерений скорости воздушного потока, утвержденной Приказом Росстандарта № 2815 от 25.11.2019 г, в диапазоне воспроизведения скорости воздушного потока от 0,1 до 75 м/с, с предельной допускаемой абсолютной погрешностью воспроизведения скорости воздушного потока не более $\pm(0,02+0,015 \cdot V_{\text{изм}})$ м/с.</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 г, в диапазоне измерений скорости воздушного потока от 0,3 до 60 м/с, с предельной допускаемой абсолютной погрешностью воспроизведения скорости воздушного потока не более $\pm(0,02+0,015 \cdot V_{\text{изм}})$ м/с;</p>	<p>Рабочий эталон (установка аэродинамическая измерительная), по Государственной поверочной схеме для средств измерений скорости воздушного потока, утвержденной приказом Росстандарта № 2815 от 25.11.2019 г, диапазон измерений скорости воздушного потока от 0,1 до 75 м/с, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm(0,02+0,015 \cdot V)$ м/с, где V – измеренная скорость воздушного потока.</p> <p>Установка аэродинамическая АТ-60, рег. номер 84585-22;</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. 10.5 Определение метрологических характеристик по каналу измерений направления воздушного потока	Средства измерений направления воздушного потока в диапазоне измерений от 0° до 360° с абсолютной погрешностью не более ±1°;	Установка аэродинамическая АТ-60, рег. номер 84585-22;
п. 10.6 Определение метрологических характеристик по каналу измерений количества осадков	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. Меры вместимости, номинальная вместимость 10 мл, 100 мл, с абсолютной погрешность ± 1 мл.	Гири 1 г, 20 г, 40 г, 100 г, 1 кг, 5 кг, 10 кг, 20 кг, рег. номер 52768-13 Цилиндры Klin 2-го класса точности, рег. номер 33562-06
п. 10.7 Определение метрологических характеристик по каналу измерений уровня воды	Эталоны единицы избыточного давления и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 1 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 г	Преобразователь давления измерительный СРТ6180, рег. номер 58911-14 Вспомогательные технические средства: Насос ручной пневматический WIKA CPP30
п. 10.8 Определение метрологических характеристик по каналу измерений гидростатического давления	Эталоны единицы избыточного давления и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 1 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 г	Преобразователь давления измерительный СРТ6180, рег. номер 58911-14 Манометр грузопоршневой МП-60, рег. номер 79130-20 Вспомогательные технические средства: Насос ручной пневматический WIKA CPP30
п. 10.9 Определение метрологических характеристик по каналу измерений температуры воды	Эталоны единицы температуры и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по по Государственной поверочной схеме для средств измерений температуры, утвержденной приказом № 3253 от 23.12.2022 в диапазоне значений от -2 °С до +45 °С;	Термостат переливной прецизионный ТПП-1, рег. номер 33744-07 Термометр сопротивления платиновый вибропрочный эталонный ПТСВ, рег. номер 65421-16

5.1 Средства поверки должны быть поверены, эталоны должны быть аттестованы.

5.2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

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 АИК следующим требованиям:
- 7.2 Корпус блока центрального устройства комплекса АИК, измерительные преобразователи, вспомогательное и дополнительное оборудование не должны иметь механических повреждений или иных дефектов, влияющих на качество их работы.
- 7.3 Внешний вид комплекса АИК должен соответствовать внешнему виду, указанному в описании типа на СИ.
- 7.4 Соединения в разъемах питания комплекса АИК, измерительных преобразователей, вспомогательного и дополнительного оборудования должны быть надежными.
- 7.5 Маркировка комплекса АИК должна быть целой, четкой, хорошо читаемой.

8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

- 8.1 Контроль условий проведения поверки.
- 8.1.1 При поверке должны быть проверены условия проведения поверки, указанные в п. 3 настоящей методики поверки.
- 8.1.2 Для контроля условий поверки используются средства поверки, приведенные в таблице 2.
- 8.2 Проверьте комплектность комплекса АИК.
- 8.3 Проверьте электропитание комплекса АИК.
- 8.4 Подготовьте к работе и включите измерительные преобразователи из состава комплекса АИК согласно ЭД (перед началом проведения поверки комплекс АИК должен проработать не менее 1 часа).
- 8.5 Убедитесь, что для механических измерительных преобразователей скорости и направления воздушного потока момент трогания подшипников и характеристики вертушек, флюгарок соответствуют установленным в ЭД.
- 8.6 Опробование комплекса АИК должно осуществляться в следующем порядке:
- 8.7 При опробовании комплекса АИК устанавливается работоспособность в соответствии с эксплуатационной документацией на комплекс АИК.
- 8.8 Включите блок центрального устройства комплекса АИК и проверьте его работоспособность.
- 8.9 Проведите проверку работоспособности измерительных преобразователей, вспомогательного и дополнительного оборудования комплекса АИК.
- 8.10 Контрольная индикация должна указывать на работоспособность центрального устройства, измерительных преобразователей, вспомогательного и дополнительного оборудования.
9. Проверка программного обеспечения средства измерений
- 9.1 Подтверждение соответствия программного обеспечения производится в следующем порядке:
- 9.2 Идентификация ПО осуществляется путем проверки номера версии ПО.
- 9.3 Для идентификации номера версии встроенного необходимо в рабочем поле программы считать версию ПО после подключения.
- 9.4 Результаты идентификации программного обеспечения считают положительными, если номер версии ПО соответствует данным в таблице 3.

Таблица 3

Идентификационные данные (признаки)	Значение (для различных исполнений комплекса)				
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 5	Исп. 6
Идентификационное наименование ПО	ML-XXX	DK3XXX	OS-XXX	I-log	Levelxxx
Номер версии (идентификационный номер) ПО	Не ниже 2.0B1	Не ниже 1.1	Не ниже OS 2X	Не ниже 5.0	Не ниже 1.0

10. Определение метрологических характеристик комплекса АИК.

10.1 Определение метрологических характеристик по каналу измерений атмосферного давления комплекса АИК производится в следующем порядке:

10.1.1 Определение метрологических характеристик по каналу измерений атмосферного давления комплекса АИК с измерительными преобразователями ДБД 1 производится в следующем порядке:

10.1.1.1 Подключите барометр образцовый переносной БОП-1М, модификация БОП-1М-2 из состава КПП-1 к барокамере.

10.1.1.2 Разместите измерительный преобразователь ДБД 1 в барокамере.

10.1.1.3 Задавайте значения атмосферного давления в пяти точках, равномерно распределенных по всему диапазону измерений.

10.1.1.4 На каждом заданном значении фиксируйте показания канала измерений атмосферного давления комплекса АИК с измерительными преобразователями ДБД 1 $P_{измi}$ и показания $P_{эти}$ на дисплее БОП-1М-2.

10.1.1.5 Вычислите абсолютную погрешность измерений атмосферного давления по формуле:

$$\Delta P_i = P_{измi} - P_{эти}$$

10.1.1.6 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность комплекса АИК с измерительным преобразователем ДБД 1 при измерении атмосферного давления во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta P_i| \leq 0,3 \text{ гПа}$$

10.1.2 Определение метрологических характеристик по каналу измерений атмосферного давления комплекса АИК с измерительными преобразователями ДБД 2 производится в следующем порядке:

10.1.2.1 Подключите измерительный преобразователь ДБД 2 к барометру образцовому переносному БОП-1М, модификация БОП-1М-2 к устройству задания и поддержания давления.

10.1.2.2 Задавайте устройством задания и поддержания давления значения давления не менее чем в пяти точках, равномерно распределенных по всему диапазону измерений.

10.1.2.3 На каждом заданном значении фиксируйте показания канала измерений атмосферного давления комплекса АИК с измерительными преобразователями ДБД 2 $P_{измi}$ и показания $P_{эти}$ на дисплее БОП-1М.

10.1.2.4 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность комплекса АИК с измерительным преобразователем ДБД 2 при измерении атмосферного давления во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta P_i| \leq 0,5 \text{ гПа}$$

10.2 Определение метрологических характеристик по каналу измерений температуры воздуха и канала измерений температуры почвы комплекса АИК с измерительными преобразователями ДВЛиТ1, ДВЛиТ2, ДТ(ВиП)1, ДТ(ВиП)2 производится в следующем порядке:

10.2.1 Подключите эталонный термометр ПТСВ-2-3 к измерителю температуры многоканальному прецизионному МИТ 8.15 согласно ЭД.

10.2.2 Поместите в климатическую камеру СМ-70, 180-250 ТВХ (далее – камера) измерительные преобразователи ДВЛиТ1, ДВЛиТ2, ДТ(ВИП)1, ДТ(ВИП)2 из состава комплекса АИК таким образом, чтобы измерительные преобразователи находились в непосредственной близости от термометра эталонного ПТСВ-2-3.

10.2.3 Для каждого поддиапазона измерений измерительных преобразователей ДВЛиТ1 и для каждого диапазона датчиков ДВЛиТ2, ДТ(ВИП)1, ДТ(ВИП)2 задавайте в камере значения температуры после выхода на режим не менее, чем в трех точках.

10.2.4 На каждом заданном значении температуры фиксируйте показания канала измерений температуры воздуха комплекса АИК с измерительными преобразователями ДВЛиТ1, ДВЛиТ2, ДТ(ВИП)1, ДТ(ВИП)2 $t_{\text{визм}i}$ и эталонные значения $t_{\text{вэ}i}$.

10.2.5 Вычислите абсолютную погрешность комплекса АИК Δt_i , по каналу измерений температуры воздуха по формуле:

$$\Delta t_i = t_{\text{визм}i} - t_{\text{вэ}i}$$

10.2.6 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность канала измерений температуры воздуха комплекса АИК с измерительными преобразователями ДТ(ВИП)1, ДТ(ВИП)2, ДВЛиТ2 во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta t_i| \leq 0,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

10.2.7 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность канала измерений температуры воздуха комплекса АИК с измерительным преобразователем ДВЛиТ1 во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta t_i| \leq 0,4 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ в диапазоне от } -50 \text{ до } +10 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ включ.}$$

$$|\Delta t_i| \leq 0,2 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ в диапазоне св. } +10 \text{ до } +40 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ включ.};$$

$$|\Delta t_i| \leq 0,5 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ и в диапазоне св. } +40 \text{ до } +70 \text{ } ^\circ\text{C};$$

10.2.8 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность канала измерений температуры почвы комплекса АИК с измерительным преобразователем ДТ(ВИП)1, ДТ(ВИП)2 во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta t_i| \leq 0,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

10.3 Определение метрологических характеристик по каналу измерений относительной влажности воздуха комплекса АИК с измерительными преобразователями ДВЛиТ1, ДВЛиТ2 производится в следующем порядке:

10.3.1 Поместите в климатическую камеру СМ-70/180-250 ТВХ измерительные преобразователи ДВЛиТ1, ДВЛиТ2 из состава комплекса АИК таким образом, чтобы измерительные преобразователи находились в непосредственной близости от эталонного гигрометра Rotronic.

10.3.2 Задавайте значения относительной влажности не менее чем в пяти точках, равномерно распределённых по всему диапазону измерений.

10.3.3 После выхода на режим, на каждом заданном значении фиксируйте показания канала измерений относительной влажности воздуха комплекса АИК $\varphi_{\text{изм}i}$ и эталонные значения $\varphi_{\text{э}i}$.

10.3.4 Вычислите абсолютную погрешность комплекса АИК $\Delta \varphi_i$, по каналу измерений относительной влажности воздуха по формуле:

$$\Delta \varphi_i = \varphi_{\text{изм}i} - \varphi_{\text{э}i}$$

10.3.5 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность канала измерений относительной влажности комплекса АИК с измерительным преобразователем ДВЛиТ1 во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta \varphi_i| \leq 3 \text{ } \%, \text{ в диапазоне от } 10 \text{ до } 90 \text{ } \% \text{ включ.},$$

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

10.3.6 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность канала измерений относительной влажности комплекса АИК с измерительным преобразователем ДВЛиТ2 во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta\varphi_i| \leq 5 \%$$

10.4 Определение метрологических характеристик по каналу измерений скорости воздушного потока комплекса АИК с измерительными преобразователями ДСВМ 1, ДСНВМ 2, ДСВМ 3, ДСВМ 4, ДСНВУ 1, ДСНВУ 2, ДСНВУ 3 производится в следующем порядке:

10.4.1 Поместите в измерительный участок установки аэродинамической измерительные преобразователи ДСВМ 1, ДСНВМ 2, ДСВМ 3, ДСВМ 4, ДСНВУ 1, ДСНВУ 2, ДСНВУ 3 из состава комплекса АИК.

10.4.2 Для каждого поддиапазона измерений задавайте установкой аэродинамической значения скорости воздушного потока не менее чем в трёх точках, $V_{эти}$.

10.4.3 На каждом заданном значении фиксируйте показания канала измерений скорости воздушного потока комплекса АИК с измерительными преобразователями ДСВМ 1, ДСНВМ 2, ДСВМ 3, ДСВМ 4, ДСНВУ 1, ДСНВУ 2, ДСНВУ 3, $V_{изми}$.

10.4.4 Вычислите для соответствующих диапазонов погрешность комплекса АИК по каналу измерений скорости воздушного потока по формуле:

$$\Delta V_i = V_{изми} - V_{эти}$$

$$\delta V_i = \frac{V_{изми} - V_{эти}}{V_{эти}} \times 100\%$$

10.4.5 Результаты считаются положительными, если погрешность канала измерений скорости воздушного потока комплекса АИК с измерительными преобразователями ДСВМ 1 во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta V_i| \leq 0,4 \text{ м/с, в диапазоне от 0,4 до 10 м/с включ.,} \\ |\delta V_i| \leq 4 \%, \text{ в диапазоне св. 10 до 60 м/с}$$

10.4.6 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность канала измерений скорости воздушного потока комплекса АИК с измерительным преобразователем ДСНВМ 2 во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta V_i| \leq 0,5 \text{ м/с, в диапазоне от 0,5 до 10 м/с включ.,} \\ |\Delta V_i| \leq (0,5 + 0,05 * V) \text{ м/с, в диапазоне св. 10 до 60 м/с,} \\ \text{где } V\text{-измеренное значение скорости воздушного потока}$$

10.4.7 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность канала измерений скорости воздушного потока комплекса АИК с измерительными преобразователями ДСВМ 3 во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta V_i| \leq 0,4 \text{ м/с, в диапазоне от 0,5 до 10 м/с включ.,} \\ |\Delta V_i| \leq (0,4 + 0,04 * V) \text{ м/с, в диапазоне св. 10 до 60 м/с,} \\ \text{где } V\text{-измеренное значение скорости воздушного потока}$$

10.4.8 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность канала измерений скорости воздушного потока комплекса АИК с измерительными преобразователями ДСВМ 4 во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta V_i| \leq 0,5 \text{ м/с, в диапазоне от 0,5 до 10 м/с включ.,} \\ |\Delta V_i| \leq (0,5 + 0,05 * V) \text{ м/с, в диапазоне св. 10 до 60 м/с,} \\ \text{где } V\text{-измеренное значение скорости воздушного потока}$$

10.4.9 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность канала измерений скорости воздушного потока комплекса АИК с измерительными преобразователями ДСНВУ 1 во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta V_i| \leq (0,2 + 0,03 * V), \text{ м/с,}$$

где V-измеренное значение скорости воздушного потока

10.4.10 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность канала измерений скорости воздушного потока комплекса АИК с измерительными преобразователями ДСНВУ 2 во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta V_i| \leq (0,3 + 0,03 * V), \text{ м/с,}$$

где V-измеренное значение скорости воздушного потока

10.4.11 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность канала измерений скорости воздушного потока комплекса АИК с измерительными преобразователями ДСНВУ 3 во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta V_i| \leq (0,5 + 0,05 * V), \text{ м/с,}$$

где V-измеренное значение скорости воздушного потока

10.5 Определение метрологических характеристик по каналу измерений направления воздушного потока комплекса АИК с измерительными преобразователями ДНВМ 1, ДСНВМ 2, ДНВМ 2, ДСНВУ 1, ДСНВУ 2, ДСНВУ 3 производится в следующем порядке:

10.5.1 Поместите в измерительный участок установки аэродинамической измерительные преобразователи ДНВМ-1, ДСНВМ 2, ДНВМ 2, ДСНВУ 1, ДСНВУ 2, ДСНВУ 3 из состава комплекса АИК.

10.5.2 Установите измерительные преобразователи на поворотный стол из состава установки аэродинамической, совместив шкалу «север» на измерительном преобразователе и на поворотном столе таким образом, чтобы значения комплекса АИК и поворотного стола соответствовали 0 градусов.

10.5.3 Задавайте в установке аэродинамической значение скорости воздушного потока равное 1 м/с, при заданной скорости воздушного потока последовательно задавайте поворотным столом из состава установки аэродинамической четыре значения направления воздушного потока, равномерно распределенных по диапазону измерений, $A_{эти}$.

10.5.4 Фиксируйте значения канала измерений направления воздушного потока комплекса АИК с измерительными преобразователями ДНВМ-1, ДСНВМ 2, ДНВМ 2, ДСНВУ 1, ДСНВУ 2, ДСНВУ 3, $A_{изми}$.

10.5.5 Повторите пункты 10.5.3-10.5.4, установив скорость воздушного потока в измерительном участке установки аэродинамической равную 5 м/с.

10.5.6 Вычислите абсолютную погрешность комплекса АИК ΔA_i измерений направления воздушного потока по формуле:

$$\Delta A_i = A_{изми} - A_{эти}$$

10.5.7 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность канала измерений направления воздушного потока комплекса АИК с измерительными преобразователями ДНВМ-1, ДСНВМ 2, ДСНВУ 1, ДСНВУ 2 во всех выбранных точках не превышает:

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

10.5.8 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность канала измерений направления воздушного потока комплекса АИК с измерительным преобразователем ДНВМ 2, ДСНВУ 3 во всех выбранных точках не превышает:

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

10.6 Определение метрологических характеристик по каналу измерений количества осадков комплекса АИК выполняется в следующем порядке:

10.6.1 Проверка диапазона и определение погрешности измерений количества осадков для измерительных преобразователей челночного типа ДО-2, ДО-3 выполняется в следующем порядке.

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

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

$$X_{эт} = 4 \frac{V_{эт}}{\pi d^2}$$

где d – внутренний диаметр приемной камеры преобразователя, мм, $V_{эт}$ – в мм³

10.6.1.3 Фиксируйте показания по каналу измерений количества осадков $X_{изм}$ на экране комплекса АИК. Проведите измерения три раза.

10.6.1.4 Вычислите абсолютную погрешность комплекса АИК по каналу измерений количества осадков ΔX по формуле

$$\Delta X = X_{изм} - X_{эт}$$

10.6.1.5 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность канала измерений количества осадков комплекса АИК с измерительным преобразователем челночного типа ДО-2, ДО-3 во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta X| \leq (0,1 + 0,01 \cdot X_1), \text{ мм,}$$

где X_1 – измеренное значение количества осадков.

10.6.2 Определение метрологических характеристик по каналу измерений количества осадков для измерительных преобразователей весового типа ДО-1 из состава комплекса АИК выполняется в следующем порядке.

10.6.2.1 Установите измерительный преобразователь на ровную твердую поверхность.

10.6.2.2 Произведите демонтаж корпуса и контейнера для сбора осадков.

10.6.2.3 Фиксируйте начальное значение (в мм), измеренные комплексом АИК, X_0 .

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

10.6.2.5 На каждом заданном значении фиксируйте значения (в мм), измеренные комплексом АИК, $X_{изм_i}$ и значения эталонные, $X_{эт_i}$.

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

$$X'_{изм_i} = X_{изм_i} - X_0$$

10.6.2.7 Вычислите абсолютную погрешность измерений количества осадков ΔX , по формуле:

$$\Delta X = X'_{изм_i} - X_{эт_i}$$

10.6.2.8 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность канала измерений количества осадков комплекса АИК с измерительными преобразователями ДО-1 во всех выбранных точках не превышает:

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

где X-измеренное значение количества осадков, мм

10.7 Определение метрологических характеристик по каналу измерений уровня воды комплекса АИК выполняется в следующем порядке:

10.7.1 Подготовьте к работе и включите комплекс АИК в соответствии с его ЭД.

10.7.2 Подключите преобразователь давления измерительный СРТ6180 (далее – преобразователь) и насос ручной пневматический WKA CPP30 (далее – насос) к измерительному преобразователю уровня воды ДУиТ 1, ДУиТ 2, ДУ 3 из состава комплекса АИК.

10.7.3 Задавайте значения давления = 1; 45; 98; 118; 245; 490 кПа, контроль задания производите преобразователем, $P_{эти}$.

10.7.4 Переведите $P_{эти}$ в значения уровня, $H_{эти}$ м, по формуле:

$$H_{эти} = P_{эти} \cdot 0,101974$$

10.7.5 Фиксируйте показания $H_{изм}$ комплекса АИК. Вычислите приведенную погрешность γ_H измерений уровня воды по формуле:

$$\gamma_H = \frac{H_{изм} - H_{эт}}{H} \cdot 100 \%$$

где $H_{эт} = 0,101974 \cdot P_{эт}$;

H – диапазон измерений уровня измерительного преобразователя из состава комплекса АИК, 0,101974 – коэффициент, обусловленный отличием плотности воды при температуре наибольшей плотности от 1 кг, л и позволяющий перевести кПа в м;

10.7.6 Результаты считаются положительными, если приведенная (к диапазону измерений) погрешность измерений уровня воды комплекса АИК с измерительными преобразователями ДУиТ 1, ДУиТ 2 всех выбранных точках не превышает:

$$|\gamma_H| \leq 0,1 \%, \text{ в диапазоне от 0 до 10 включ.}$$

$$|\gamma_H| \leq 0,05 \%, \text{ в диапазоне св. 10 до 50 м.}$$

10.7.7 Результаты считаются положительными, если приведенная (к диапазону измерений) погрешность измерений уровня воды комплекса АИК с измерительными преобразователями ДУ 3 всех выбранных точках не должна превышать:

$$|\gamma_H| \leq 0,25 \%$$

10.8 Определение метрологических характеристик по каналу измерений гидростатического давления комплекса АИК выполняется в следующем порядке:

10.8.1 Подготовьте к работе и включите комплекс АИК в соответствии с ЭД.

10.8.2 Подключите преобразователь давления измерительный СРТ6180 (далее – преобразователь) и насос ручной пневматический WKA CPP30 (далее – насос) к датчику уровня воды гидростатического типа ДУГ 1, ДУГ 2, ДУГ 3 из состава комплекса АИК.

10.8.3 Задавайте насосом значения давления = 1; 245; 490, 1000 кПа, контроль задания производите преобразователем, $P_{эти}$.

10.8.4 Фиксируйте показания $P_{изм}$ комплекса АИК.

10.8.5 Подключите с помощью специального штуцера измерительный преобразователь ДУГ1, ДУГ2 к манометру грузопоршневому МП-60.

10.8.6 Задавайте значения давления $P_{эт}$ манометром грузопоршневым МП-60 не менее чем в трех точках в диапазоне от 2 до 5 МПа.

10.8.7 Фиксируйте показания $P_{1изм}$ датчиков уровня воды гидростатического типа ДУГ 1, ДУГ 2, ДУГ 3 из состава комплекса АИК

10.8.8 Вычислите приведенную погрешность γ_{P1} измерений гидростатического давления по формуле:

$$\gamma_{P1} = \frac{P_{1изм} - P_{1эт}}{P} \cdot 100 \%$$

P – диапазон измерений давления измерительного преобразователя из состава комплекса АИК,
10.8.9 Подключите измерительный преобразователь ДУГ 1, ДУГ 2, ДУГ 3 из состава комплекса АИК к манометру грузопоршневому МП-60.

10.8.10 Задавайте манометром грузопоршневым МП-60 измерительные точки = 2, 3, 4, 5 МПа, соответствующие $P_{этi}$.

10.8.11 Фиксируйте показания $P_{измi}$ комплекса АИК. Вычислите приведенную погрешность γP измерений гидростатического давления по формуле:

$$\gamma P = \frac{P_{изм} - P_{эт}}{P} \cdot 100 \%$$

P – диапазон измерений уровня измерительного преобразователя из состава комплекса АИК,

10.8.12 Результаты считаются положительными, если приведенная (к диапазону измерений) погрешность измерений гидростатического давления для преобразователей ДУГ 1 во всех выбранных точках не превышает:

$$|\gamma P| \leq 0,1 \% \text{ в диапазоне от 0 до 0,1 МПа включ.}$$

$$|\gamma P| \leq 0,05 \% \text{ в диапазоне св. 0,1 до 5 МПа}$$

10.8.13 Результаты считаются положительными, если приведенная (к диапазону измерений) погрешность измерений гидростатического давления для преобразователей ДУГ 2 во всех выбранных точках не превышает:

$$|\gamma P1| \leq 0,1 \%$$

10.8.14 Результаты считаются положительными, если приведенная (к диапазону измерений) погрешность измерений гидростатического давления для преобразователей ДУГ 3 во всех выбранных точках не превышает:

$$|\gamma P1| \leq 0,25 \%$$

10.9 Определение метрологических характеристик по каналу измерений температуры воды комплекса АИК с измерительными преобразователями ДУиТ 1, ДУиТ 2, ДТ(ВиП)1, ДТ(ВиП)2 выполняется в следующем порядке:

10.9.1 Подключите измерительный преобразователь ДУиТ 1, ДУиТ 2, ДТ(ВиП)1, ДТ(ВиП)2 согласно ЭД.

10.9.2 Поместите в центре рабочего объема термостата переливного прецизионного ТПП-1 измерительный преобразователь ДУиТ 1, ДУиТ 2, ДТ(ВиП)1, ДТ(ВиП)2 совместно с эталонным термометром максимально близко друг к другу.

10.9.3 Задайте значения температуры в пяти точках, равномерно распределённых по диапазону измерений.

10.9.4 После выхода на стационарный режим, фиксируйте показания $t_{вэti}$ эталонного термометра.

10.9.5 Фиксируйте показания $t_{визmi}$ со всех чувствительных элементов измерительного преобразователя ДУиТ 1, ДУиТ 2, ДТ(ВиП)1, ДТ(ВиП)2.

10.9.6 Вычислите абсолютную погрешность для измерительного преобразователя ДУиТ 1, ДУиТ 2, ДТ(ВиП)1, ДТ(ВиП)2 Δti , измерений температуры по формуле:

$$\Delta ti = t_{визmi} - t_{вэti}$$

10.9.7 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность измерительного преобразователя ДУиТ 1, ДУиТ 2, ДТ(ВиП)1, ДТ(ВиП)2 при измерении температуры воды во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta ti| \leq 0,2 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

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

являются соответствие погрешности средства измерений п. 10.1.1.6, 10.1.2.4, 10.2.6-10.2.8, 10.3.5-10.3.6, 10.4.7-10.4.11, 10.5.7-10.5.8, 10.6.1.5-10.6.2.8, 10.7.6-10.7.7, 10.8.12-10.8.14, 10.9.7 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 паспорт 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.

12.3 В процессе поверки пломбировка не нарушается.

Приложение А (обязательное)
Соответствие массы количеству осадков.

Соответствие массы количеству осадков рассчитывается по формуле:

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

где А – масса, кг

S – площадь приемного отверстия осадкомера, м².

Mx – минимальное измеряемое значение количества осадков, м.

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

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

Масса гири, кг	Эквивалентное количество осадков, мм
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