

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

УТВЕРЖДАЮ

И.о. генерального директора
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева»
А.Н. Пронин
М.п. «04» сентября 2020 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Станции автоматические метеорологические Велес-М

Методика поверки

МП 2540-0085-2020

И.о. руководителя научно-исследовательской
лаборатории госэталонов в области
аэрогидрофизических параметров
А.Ю. Левин

Инженер 1 категории научно-исследовательской
лаборатории госэталонов в области
аэрогидрофизических параметров

П.К. Сергеев

Санкт-Петербург
2020 г.

Настоящая методика поверки распространяется на станции автоматические метеорологические Велес-М (далее – станции Велес-М), предназначенные для автоматических измерений метеорологических параметров: температуры и относительной влажности воздуха, энергетической освещенности, скорости и направления воздушного потока, количества и интенсивности атмосферных осадков, температуры почвы, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

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

1. Операции поверки

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта документа о поверке	Проведение операции при	
		Первичной поверке	Периодической поверке
Внешний осмотр	6.1	+	+
Опробование	6.2	+	+
Подтверждение соответствия программного обеспечения	6.2.4	+	+
Определение метрологических характеристик измерительных каналов (далее – ИК):			
- ИК температуры воздуха, почвы;	6.3.1	+	+
- ИК относительной влажности воздуха;	6.3.2	+	+
- ИК скорости воздушного потока;	6.3.3	+	+
- ИК направления воздушного потока;	6.3.4	+	+
- ИК количества и интенсивности осадков;	6.3.5	+	+
- ИК энергетической освещенности.	6.3.6	+	+

При отрицательных результатах одной из операций поверка прекращается.

2. Средства поверки

Таблица 2

Номер пункта	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
6.2.4	Персональный компьютер с терминальной программой.
6.3.1	Термометр сопротивления эталонный ЭТС-100, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – рег. номер) 19916-10; Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8 модификации 8.15, рег. номер 19736-11; Термостат жидкостный 7000 модификации 7060, рег. номер 40415-15
6.3.2	Комплекс поверочный портативный КПП-3, диапазон измерений относительной влажности от 0 до 100 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений ± 1 %, рег. номер 67967-17.
6.3.3	Рабочий эталон (аэродинамическая измерительная установка) по государственной поверочной схеме для средств измерений скорости воздушного потока, утвержденной приказом федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2815 от 25.11.2019, диапазон измерений скорости воздушного потока от 0,2 до 75 м/с, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm(0,1+0,01 \cdot V)$ м/с, где V – измеренная скорость воздушного потока.

Номер пункта	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
6.3.4	Рабочий эталон (аэродинамическая измерительная установка) по государственной поверочной схеме для средств измерений скорости воздушного потока, утвержденной приказом федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2815 от 25.11.2019, диапазон измерений скорости воздушного потока от 0,2 до 75 м/с, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm(0,1+0,01 \cdot V)$ м/с, где V – измеренная скорость воздушного потока. Лимб из состава комплекса поверочного портативного КПП-4, диапазон измерений от 0° до 360°, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 1^\circ$, рег. номер 68664-17
6.3.5	Рабочий эталон единицы длины для измерений количества атмосферных осадков и интенсивности атмосферных осадков по локальной поверочной схеме, утвержденной ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева» для средств измерений количества осадков в диапазоне значений от 0 мм до 2000 мм, интенсивности атмосферных осадков в диапазоне значений от 0,25 мм/ч до 300 мм/ч
6.3.6	Рабочий эталон 2 разряда (пиранометр) по государственной поверочной схеме для средств измерений спектральной плотности энергетической яркости, спектральной плотности силы излучения, спектральной плотности энергетической освещенности, силы излучения и энергетической освещенности в диапазоне длин волн от 0,2 до 25,0 мкм, спектральной плотности потока излучения в диапазоне длин волн от 0,25 до 2,5 мкм, энергетической освещенности и энергетической яркости монохроматического излучения в диапазоне длин волн от 0,45 до 1,6 мкм, спектральной плотности потока излучения возбуждения флуоресценции в диапазоне длин волн от 0,25 до 0,8 мкм и спектральной плотности потока излучения эмиссии флуоресценции в диапазоне длин волн от 0,25 до 0,85 мкм, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2815 от 29.12.2018. Установка ПО-4 по ТУ 25-04-1570.

2.1. Средства измерений должны иметь действующие свидетельства о поверке, эталоны - действующие свидетельства об аттестации.

2.2. Допускается применение аналогичных средств поверки обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых станций Велес-М с требуемой точностью.

3. Требования к квалификации поверителей и требования безопасности.

3.1. К проведению поверки допускаются лица, аттестованные в качестве поверителей, изучившие настоящую методику и эксплуатационную документацию (далее ЭД), прилагаемую к станции Велес-М.

3.2. При проведении поверки должны соблюдаться:

- требования безопасности по ГОСТ 12.3.019;
- требования безопасности, изложенные в эксплуатационной документации;
- «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей»;
- «Правила ТБ при эксплуатации электроустановок потребителей».

4. Условия поверки

При поверке допускается соблюдать следующие требования:

- | | |
|--------------------------------------|-----------------|
| - температура воздуха, °С | от +15 до +35; |
| - относительная влажность воздуха, % | от 25 до 90; |
| - атмосферное давление, гПа | от 860 до 1060. |

5. Подготовка к поверке

- 5.1. Проверить комплектность станции Велес-М.
- 5.2. Проверить электропитание станции Велес-М.
- 5.3. Подготовить к работе и включить станцию Велес-М согласно ЭД.

6. Проведение поверки

6.1. Внешний осмотр

6.1.1. Станция Велес-М не должна иметь механических повреждений или иных дефектов, влияющих на качество его работы.

6.1.2. Соединения в разъемах питания станции Велес-М должны быть надежными.

6.1.3. Маркировка станции Велес-М должна быть целой, четкой, хорошо читаемой.

6.2. Опробование

Опробование станции Велес-М должно осуществляться в следующем порядке:

6.2.1. Включите станцию Велес-М.

6.2.2. Убедитесь, что измерительная информация поступает со всех измерительных каналов (далее – ИК) и отображается в web-интерфейсе, сообщения о ошибках – отсутствуют.

6.2.3. При поверке, измеренные значения по соответствующим измерительным каналам фиксируются при помощи web-интерфейса.

Подтверждение соответствия программного обеспечения.

6.2.4. Идентификация встроенного ПО «firmware_anylogg» осуществляется путем проверки номера версии ПО следующим образом:

- необходимо подсоединить кабель USB-RS232 к центральному устройству на интерфейс RS232;

- установить связь по средством терминальной программы типа HyperTerminal;

- включить станцию Велес-М, установив переключатель питания в положение «ON»;

- дождаться, когда в терминальной программе будет доступна опция, активировать ее и перейти в меню конфигурации;

- считать номер версии встроенного программного обеспечения

6.2.5. Результаты идентификации программного обеспечения считают положительными если номер версии встроенного ПО «firmware_anylogg» не ниже 1.3.3.

6.3. Определение метрологических характеристик:

6.3.1. Поверка станции Велес-М по каналам измерений температуры воздуха, почвы выполняется в следующем порядке:

6.3.1.1. Подготовьте к работе и включите станцию Велес-М, термостат жидкостный 7060, термометр сопротивления эталонный ЭТС-100 и измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8 модификации МИТ 8.15 в соответствии с ЭД.

6.3.1.2. Поместите чувствительные элементы ИК температуры воздуха (без радиационной защиты и в герметичной защитной упаковке), почвы и эталонный термометр в термостат жидкостный 7060.

6.3.1.3. Задавайте значения температуры при помощи термостата в пяти точках равномерно распределённых по диапазону измерений.

6.3.1.4. На каждом заданном значении фиксируйте значения, измеренные станцией Велес-М, $t_{в\text{ изм}i}$, $t_{п\text{ изм}i}$ и значения эталонные, $t_{эти}$.

6.3.1.5. Вычислите абсолютную погрешность станции Велес-М по каналу измерений температуры воздуха по формуле:

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

6.3.1.6. Вычислите абсолютную погрешность станции Велес-М по каналу измерений температуры почвы по формуле:

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

6.3.1.7. Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность по каналам измерений температуры воздуха, почвы во всех выбранных точках не превышает:

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

$$\Delta t_n \leq \pm 0,5 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ в диапазоне от } -40 \text{ до } -20 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ включ.},$$

$$\Delta t_n \leq \pm 0,4 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ в диапазоне св. } -20 \text{ до } +60 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

6.3.2. Поверка станции Велес-М по каналу измерений относительной влажности воздуха выполняется в следующем порядке:

6.3.2.1. Последовательно помещайте чувствительный элемент ИК относительной влажности воздуха (без радиационной защиты) и эталонный гигрометр в растворы солей (LiCl, MgCl₂, NaCl, K₂SO₄) из состава комплекса поверочного портативного КПП-3.

6.3.2.2. Выдерживайте в каждой из солей чувствительный элемент ИК относительной влажности воздуха станции Велес-М и эталонный гигрометр в течение 2 часов.

6.3.2.3. На каждом заданном значении фиксируйте значения, измеренные станцией Велес-М, $\varphi_{\text{изм}i}$ и значения эталонные, $\varphi_{\text{эт}i}$ измеренные эталонным гигрометром.

6.3.2.4. Вычислите абсолютную погрешность станции Велес-М по каналу измерений относительной влажности воздуха по формуле:

$$\Delta \varphi = \varphi_{\text{изм}i} - \varphi_{\text{эт}i}$$

6.3.2.5. Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность по каналу измерений относительной влажности воздуха во всех выбранных точках не превышает:

$$\Delta \varphi \leq \pm 3 \%$$

6.3.3. Поверка станции Велес-М по каналу измерений скорости воздушного потока.

6.3.3.1. Разместите датчик скорости и направления воздушного потока в рабочей зоне аэродинамической измерительной установки.

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

6.3.3.3. На каждом заданном значении фиксируйте значения, измеренные станцией Велес-М, $v_{\text{изм}i}$.

6.3.3.4. Вычислите абсолютную погрешность по каналу измерений скорости воздушного потока по формуле:

$$\Delta v = v_{\text{изм}i} - v_{\text{эт}i}$$

6.3.3.5. Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность станции Велес-М по каналу измерений скорости воздушного потока во всех выбранных точках не превышает:

$$\Delta v \leq \pm 0,2 \text{ м/с в диапазоне от } 0,2 \text{ до } 10 \text{ м/с включ.},$$

$$\Delta v \leq \pm 0,02 \cdot v_{\text{эт}i} \text{ м/с в диапазоне св. } 10 \text{ до } 35 \text{ м/с включ.},$$

$$\Delta v \leq \pm 0,03 \cdot v_{\text{эт}i} \text{ м/с в диапазоне св. } 35 \text{ до } 75 \text{ м/с}.$$

6.3.4. Поверка станции Велес-М по каналу измерений направления воздушного потока

6.3.4.1. Закрепите датчик скорости и направления воздушного потока на лимбе из состава КПП-4 в рабочем участке аэродинамической измерительной установки таким образом, чтобы показания лимба и станции Велес-М соответствовали значению (0 ± 1) градус.

6.3.4.2. Последовательно задайте значения направления воздушного потока, $h_{\text{эт}i}$, при помощи лимба в пяти точках равномерно распределённых по всему диапазону измерений при скорости воздушного потока 1 м/с.

6.3.4.3. Повторите пункт 6.3.4.2, задавая скорость воздушного потока 30 м/с.

6.3.4.4. На каждом заданном значении фиксируйте значения, измеренные станцией Велес-М, $h_{\text{изм}i}$.

6.3.4.5. Вычислите абсолютную погрешность по каналу измерений направления воздушного потока по формуле:

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

6.3.4.6. Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность станции Велес-М по каналу измерений направления воздушного потока во всех выбранных точках не превышает:

$$\Delta h \leq \pm 2^\circ$$

6.3.5. Поверка станции Велес-М по каналу измерений количества и интенсивности атмосферных осадков:

6.3.5.1. Установите датчик количества и интенсивности атмосферных осадков на ровную плоскую поверхность.

6.3.5.2. С помощью рабочего эталона единицы длины для измерений количества атмосферных осадков и интенсивности атмосферных осадков задавайте значения количества осадков, $M_{\text{Эт}}$, равные 2 мм, 10 мм, 20 мм, 30 мм, 40 мм.

Фиксируйте станции Велес-М по каналу измерений количества осадков $M_{\text{Изм}}$.

6.3.5.3. Эталонные значения интенсивности количества осадков рассчитайте по формуле:

$$I_{\text{Эт}} = \frac{M_{\text{Эт}}}{t},$$

где t – время, за которое была вылита воды в приемное отверстие, ч.

6.3.5.4. Повторите п. 6.3.5.2 для значений 5-ти интенсивности равномерно распределенных по диапазону измерений.

6.3.5.5. Фиксируйте для каждого заданного значения показания по каналам измерений количества и интенсивности осадков $M_{\text{Изм}}$, $I_{\text{Изм}}$ станции Велес-М.

6.3.5.6. Вычислите абсолютную погрешность станции Велес-М по каналу измерений количества осадков ΔM по формуле:

$$\Delta M = M_{\text{Изм}} - M_{\text{Эт}}$$

6.3.5.7. Вычислите абсолютную погрешность станции Велес-М по каналу измерений интенсивности осадков ΔI по формуле:

$$\Delta I = I_{\text{Изм}} - I_{\text{Эт}}$$

6.3.5.8. Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность по каналу измерений количества осадков во всех выбранных точках не превышает:

$\Delta M \leq \pm(0,2+0,02 \cdot M_{\text{Эт}})$ мм при интенсивности осадков в диапазоне от 0,2 до 60 мм/ч включ.,

$\Delta M \leq \pm(0,2+0,05 \cdot M_{\text{Эт}})$ мм при интенсивности осадков в диапазоне св. 60 до 200 мм/ч включ.,

$\Delta M \leq \pm(0,2+0,07 \cdot M_{\text{Эт}})$ мм при интенсивности осадков в диапазоне св. 200 до 300 мм/ч.

6.3.5.9. Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность по каналу измерений интенсивности осадков во всех выбранных точках не превышает:

$\Delta I \leq \pm(0,2+0,02 \cdot I_{\text{Эт}})$ мм в диапазоне от 0,2 до 60 мм/ч включ.,

$\Delta I \leq \pm(0,2+0,05 \cdot I_{\text{Эт}})$ мм в диапазоне св. 60 до 200 мм/ч включ.,

$\Delta I \leq \pm(0,2+0,07 \cdot I_{\text{Эт}})$ мм в диапазоне св. 200 до 300 мм/ч.

6.3.6. Поверка станции Велес-М по каналу измерений энергетической освещенности выполняется в следующем порядке

6.3.6.1. Подготовьте к работе и включите установку ПО-4 в соответствии с ЭД.

6.3.6.2. Задайте значения энергетической освещенности в трех точках равномерно распределенных по диапазону измерений. На каждом заданном значении выждите не менее 30 мин для прогрева лампы.

6.3.6.3. Установите эталонный пиранометр нормально к направлению светового потока, выдержите его освещенным не менее 2 минут, затем затените экраном. Снимите экран и не менее, чем через 2 минуты, снимите три отсчета $U_{\text{Эт}}$, из которых вычислите среднее значение $\bar{U}_{\text{Эт}}$.

6.3.6.4. Установите чувствительный элемент ИК энергетической освещенности нормально к оптической оси установки таким образом, чтобы центр его приемной поверхности располагался в той же точке пространства, что и эталонного. Выдержите его освещенным не менее 10 мин, затем затените экраном. Снимите экран и не менее чем через 10 мин, снимите 3 отсчета $U_{\text{Изм}}$, из которых вычисляют среднее значение $\bar{U}_{\text{Изм}}$.

6.3.6.5. Вычислите относительную погрешность станции Велес-М δU , по каналу измерений энергетической освещённости по формуле:

$$\delta U = \frac{\bar{U}_{\text{изм}} - \bar{U}_{\text{эт}}}{\bar{U}_{\text{эт}}} \times 100 \%$$

6.3.6.6. Результаты считаются положительными, если относительная погрешность по каналу измерений энергетической освещённости всех выбранных точек не превышает:

$$\delta U \leq \pm 16 \%$$

7. Оформление результатов поверки

7.1. При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке установленного образца. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке и/или в паспорт.

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