

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

СОГЛАСОВАНО

И.о. генерального директора
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»
_____ А.Н. Пронин



М.П. «27» июля 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений
Станции автоматические метеорологические Vantage Pro2

Методика поверки

МП 254-0113-2021

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
2021 г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на станции автоматические метеорологические Vantage Pro2 (далее – станции Vantage Pro2), предназначенные для автоматических измерений метеорологических параметров: скорости и направления воздушного потока, температуры воздуха, относительной влажности воздуха, атмосферного давления, количества атмосферных осадков, энергетической освещенности и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

Методикой поверки должна обеспечиваться прослеживаемость станций Vantage Pro2 к государственному первичному специальному эталону единицы скорости воздушного потока (ГЭТ 150-2012), государственному первичному эталону единицы температуры в диапазоне 0,3 ... 273,16 К (ГЭТ 35-2021) и государственному первичному эталону единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С (ГЭТ 34-2020), государственному первичному эталону единиц относительной влажности газов, молярной (объемной) доли влаги, температуры точки росы/иня (ГЭТ 151-2014) и государственному первичному эталону единицы давления для области абсолютных давлений в диапазоне $1 \cdot 10^{-1} \div 1 \cdot 10^7$ (ГЭТ 101-2019), государственному первичному эталону единиц радиометрических и спектрорадиометрических величин в диапазоне длин волн от 0,2 до 25,0 мкм (ГЭТ 86-2017), государственному первичному эталону единицы массы – килограмма (ГЭТ 3-2020).

Методы, обеспечивающие реализацию методики поверки:

- непосредственное сличение - при проверке измерений скорости и направления воздушного потока, относительной влажности воздуха, температуры воздуха, атмосферного давления, энергетической освещенности;

- косвенные измерения – при проверке измерений количества атмосферных осадков.

Станции Vantage Pro2 подлежат первичной и периодической поверке. Методикой поверки предусмотрена, по заявке владельца СИ, поверка для меньшего числа измерительных каналов, с обязательным занесением данной информации в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

2 Перечень операций поверки средства измерений

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта документа о поверке	Проведение операции при	
		Первичной поверке	Периодической поверке
Внешний осмотр	7	да	да
Опробование	8.5	да	да
Проверка программного обеспечения средства измерений	9	да	да
Определение метрологических характеристик при измерении:			
-температура воздуха	10.1	да	да
-относительной влажности воздуха	10.2	да	да
-скорости и направления воздушного потока	10.3, 10.6	да	да
-атмосферного давления	10.7	да	да
-количества атмосферных осадков	10.8	да	да
-энергетической освещенности	10.9	да	да

2.1 При отрицательных результатах одной из операций поверка прекращается.

3 Требования к условиям проведения поверки

При поверке должны быть соблюдены следующие условия:

-температура окружающего воздуха, °С	от +15 до +25;
-относительная влажность воздуха, %	от 30 до 90;
-атмосферное давление, гПа	от 800 до 1100.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику и эксплуатационную документацию (далее ЭД), прилагаемую к станциям Vantage Pro2.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

Таблица 2

Номер пункта документа по поверке	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
10.1	<p>Термометры сопротивления платиновые выборочные ПТСВ, модификации ПТСВ-2К-1 диапазон измерений температуры от -60 °С до +60 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры $\pm(0,1 + 0,0017 t)$, где t- абсолютное значение температуры, °С, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 49400-12</p> <p>Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.15, диапазон измерений сопротивления от 10 до 100 Ом, диапазон измерений температуры от -200 до 500 °С пределы абсолютной погрешности при измерении температуры $\pm(0,001 + 3 \cdot 10^{-6} \cdot t)$ °С, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 19736-11</p> <p>Камера климатическая, диапазон поддержания температуры от -40 °С до +65 °С и относительной влажности от 10% до 98%</p>
10.2	<p>Гигрометр Rotronic, модификации HygroPalm, исполнение HP23-A, диапазон измерений от 0 до 100 %, предел допускаемой абсолютной погрешности измерений ± 1 %, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 64196-16</p> <p>Камера климатическая, диапазон поддержания температуры от -40 °С до +65 °С и относительной влажности от 10% до 98%</p>
10.3 - 10.6	<p>Рабочий эталон (аэродинамическая измерительная установка) по Государственной поверочной схеме для средств измерений скорости воздушного потока, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «25» ноября 2019 г. №2815. Диапазон от 0,5 до 60 м/с, абсолютная погрешность $\pm(0,1+0,02 \cdot V)$ м/с</p> <p>Комплекс поверочный портативный КПП-4, диапазон воспроизведения и измерений частоты вращения вала от 20 до 15000 об/мин; диапазон измерений угла поворота от 0 до 360°, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm(0,003 \omega)$ об/мин, ω - показания значения частоты вращения вала, об/мин, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений угла поворота $\pm 1^\circ$, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 68664-17</p>

10.7	Барокамера, диапазон задания абсолютного давления от 500 до 1100 гПа Барометр цифровой РТВ330, модификации РТВ330А, диапазон измерений атмосферного давления от 500 до 1100 гПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений атмосферного давления $\pm 0,15$ гПа, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 42508-09
10.8	Цилиндр «Klin», номинальная вместимость 100 мл; 2000 мл, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений ± 1 мл с номинальной вместимостью 100 мл; ± 20 мл с номинальной вместимостью 2000 мл, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 33562-06
10.9	Пиргелиометр СНР 1, диапазон измерений от 0,4 до 1,1 кВт/м ² , пределы допускаемой относительной погрешности ± 4 %, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 48282-11

5.1 Средства поверки должны быть поверены, эталоны – аттестованы.

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

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При поверке необходимо соблюдать требования:

-требования безопасности по ГОСТ 12.3.019, ГОСТ 12.3.006;

-требования безопасности, изложенные в эксплуатационной документации;

-«Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей»;

-«Правила ТБ при эксплуатации электроустановок потребителей»;

- в целях обеспечения безопасности работ и возможности выполнения процедур поверки достаточно одного специалиста.

7 Внешний осмотр средства измерений

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие станции Vantage Pro2 следующим требованиям:

- соответствие внешнему виду СИ описанию типа СИ;

- наличие знака утверждения типа в месте, указанном в описании типа СИ;

- комплектность должна соответствовать эксплуатационной документации на данную станцию Vantage Pro2;

- соединения в разъемах питания станции Vantage Pro2 должны быть надежными;

- маркировка станции Vantage Pro2 должна быть целой, четкой, хорошо читаемой;

- станция Vantage Pro2 не должна иметь дефектов, способных оказать влияние на безопасность проведения поверки и на результаты поверки.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Подготовка к поверке

8.2 Проверить комплектность станции Vantage Pro2.

8.3 Проверить электропитание станции Vantage Pro2.

8.4 Подготовить к работе и включить станцию Vantage Pro2 согласно ЭД.

8.5 Опробование

8.5.1 Включите станцию.

8.5.2 Убедитесь, что измерительная информация поступает и отображается на устройствах отображения, сообщения об ошибках – отсутствуют.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Идентификация встроенного «VPCConsole» и автономного ПО осуществляется путем проверки номера версии.

9.2 Включите модуль центрального устройства и нажмите кнопки «DONE» и «+», после этого в бегущей строке на экране Считайте номер версии встроенного ПО «VPCConsole» станции Vantage Pro2.

9.3 Для проверки номера версии автономного ПО запустите программу WeatherLink и откройте диалоговое окно About WeatherLink Software. Считайте номер версии автономного ПО «WeatherLink» станции Vantage Pro2.

9.4 Результаты идентификации программного обеспечения считают положительными, если считанные данные о ПО соответствуют таблице 3.

Таблица 3

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
	Встроенное	Автономное
Идентификационное наименование ПО	VPCConsole	WeatherLink
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.00	не ниже 5.6.0

10 Определение метрологических характеристик

10.1 Проверка диапазона и определение погрешности каналов измерений температуры воздуха:

10.1.1 Поместите в климатическую камеру модуль измерительной станции Vantage Pro2, и эталонный термометр, по возможности ближе к первичному измерительному преобразователю температуры и влажности воздуха).

10.1.2 Подключите эталонный термометр к МИТ согласно ЭД.

10.1.3 Задавайте значения температуры в климатической камере в пяти точках, равномерно распределенных по диапазону измерений.

10.1.4 Фиксируйте показания $T_{\text{изм}}$ станции Vantage Pro2 первичного преобразователя температуры и влажности на модуле центрального устройства и показания $t_{\text{эт}}$ эталонного термометра.

10.1.5 Вычислите абсолютную погрешность измерений температуры воздуха, Δt °С, по формуле:

$$\Delta t = t_{\text{изм}} - t_{\text{эт}}$$

10.1.6 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность измерений температуры воздуха не превышает $\pm 0,5$ °С.

10.2 Проверка диапазона и определение погрешности каналов измерений относительной влажности воздуха с выполняется в следующем порядке:

10.2.1 Поместите в климатическую камеру модуль измерительной станции Vantage Pro2 и гигрометр Rotronic, по возможности ближе к первичному измерительному преобразователю температуры и влажности воздуха.

10.2.2 Задавайте значения относительной влажности воздуха в пяти точках равномерно распределенных по диапазону измерений.

10.2.3 Фиксируйте показания $\phi_{\text{изм}}$ первичного преобразователя температуры и влажности на экране станции Vantage Pro2, а эталонные значения влажности $\phi_{\text{эт}}$ фиксируйте с помощью гигрометра Rotronic.

10.2.4 Вычислите абсолютную погрешность измерений влажности воздуха, $\Delta\phi$, %, по формуле:

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

10.2.5 Результаты считаются положительными, если погрешность измерений влажности воздуха не превышает $\pm 3\%$ в диапазоне от 10% до 90% включительно, и $\pm 4\%$ в диапазоне свыше 90% до 98% .

10.3 Проверка диапазона и определение погрешности канала измерений скорости воздушного потока выполняется в следующем порядке:

10.3.1 Первичная и периодическая поверка канала измерений скорости воздушного потока станции Vantage Pro2 выполняется в следующем порядке:

10.3.2 Закрепите первичный измерительный преобразователь скорости и направления воздушного потока станции Vantage Pro2 в рабочей зоне аэродинамической измерительной установки (далее-эталон).

10.3.3 Включите станцию Vantage Pro2.

10.3.4 Перед определением погрешности измерений скорости воздушного потока проведите технологический прогон станции Vantage Pro2 при скорости воздушного потока (10 ± 1) м/с в течение 5 минут.

10.3.5 Задавайте эталоном значения скорости воздушного потока в пяти точках, равномерно распределенных по диапазону измерений.

10.3.6 На каждой заданной скорости воздушного потока $V_{\text{эт}}$ фиксируйте показания первичного преобразователя скорости и направления воздушного потока на экране станции Vantage Pro2 $V_{\text{изм}}$.

10.3.7 Вычислите абсолютную погрешность измерений скорости воздушного потока ΔV в диапазоне от $0,5$ до 20 м/с включительно, м/с, и относительную погрешность измерений скорости воздушного потока δV в диапазоне свыше 20 до 60 м/с, %, по формулам:

$$\Delta V = V_{\text{изм}} - V_{\text{эт}},$$

$$\delta V = \frac{V_{\text{изм}} - V_{\text{эт}}}{V_{\text{эт}}} \cdot 100 \%$$

10.3.8 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность измерений скорости воздушного потока не превышает ± 1 м/с в диапазоне от $0,5$ до 20 м/с включительно, а относительная $\pm 5\%$ в диапазоне свыше 20 до 60 м/с.

10.4 Допускается проведение периодической поверки канала измерений скорости воздушного потока станции Vantage Pro2 выполняется в следующем порядке:

10.4.1 Присоедините раскручивающее устройство из состава комплекта поверочного портативного КПП-4 к первичному измерительному преобразователю скорости и направления воздушного потока станции Vantage Pro2.

10.4.2 Установите на пульте управления КПП-4 значения частоты вращения оси раскручивающего устройства в пяти точках равномерно распределенных по диапазону измерений (соответствие частоты вращения и скорости воздушного потока указано в таблице 3.

Таблица 3

Значение частоты вращения, об/мин	Эквивалентные значения скорости воздушного потока, $V_{\text{эт}}$, м/с
50	0,85
100	1,7

150	2,55
300	5,1
600	10,2
Значение частоты вращения, об/мин	Эквивалентные значения скорости воздушного потока, $V_{\text{эт}}$, м/с
1200	20,4
3500	59,5

10.4.3 На каждой имитируемой скорости воздушного потока фиксируйте значения, измеренные станцией Vantage Pro2, $V_{\text{изм}}$ и значения эталонные, $V_{\text{эт}}$ из таблицы 3 в зависимости от установленной на пульте КПП-4 частоты вращения.

10.4.4 Вычислите абсолютную погрешность измерений скорости воздушного потока ΔV в диапазоне от 0,5 до 20 м/с включительно, м/с, и относительную погрешность измерений скорости воздушного потока δV в диапазоне свыше 20 до 60 м/с, %, по формулам:

$$\Delta V = V_{\text{изм}} - V_{\text{эт}},$$

$$\delta V = \frac{V_{\text{изм}} - V_{\text{эт}}}{V_{\text{эт}}} \cdot 100 \%$$

10.4.5 Результаты считаются положительными, если погрешность измерений скорости воздушного потока не превышает ± 1 м/с в диапазоне от 0,5 до 20 м/с включительно, а относительная ± 5 % в диапазоне свыше 20 до 60 м/с.

10.5 Проверка диапазона и определение погрешности канала измерений направления воздушного потока:

10.5.1 Первичная и периодическая поверка канала измерения направления воздушного потока станции Vantage Pro2 выполняется в следующем порядке:

10.5.2 Установите первичный измерительный преобразователь скорости и направления на лимб из состава комплекта поверочного портативного КПП-4 так, чтобы показания станции $A_{\text{изм}}$ составляли $(0 \pm 1)^\circ$ и соответствовали значению 0 на лимбе.

10.5.3 Разместите лимб с первичным преобразователем скорости и направления в рабочей зоне аэродинамической измерительной установки (далее - эталон) навстречу потоку. Включите станцию Vantage Pro2.

10.5.4 Установите скорость воздушного потока в рабочей зоне эталона равную 1 м/с и следите за показаниями на экране модуля центрального устройства. Показания на экране станции должны установиться на значении $(0 \pm 6)^\circ$.

10.5.5 Повторите операцию по п. 10.5.4 на скорости воздушного потока 30 м/с. Показания на экране модуля центрального устройства должны установиться на значении $(0 \pm 6)^\circ$.

10.5.6 Повторите п. 10.5.4 задавая лимбом значения направления воздушного потока в четырех точках, равномерно распределенных по диапазону измерений.

10.5.7 На каждом заданном значении фиксируйте показания первичного преобразователя скорости и направления воздушного потока на экране станции Vantage Pro2 $A_{\text{изм}}$ и значения $\Phi_{\text{эт}}$, заданные лимбом.

10.5.8 Вычислите абсолютную погрешность $\Delta \Phi$ измерений направления воздушного потока по формуле:

$$\Delta \Phi = \Phi_{\text{изм.}} - \Phi_{\text{эт}},$$

10.5.9 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность измерений направления воздушного потока не превышает $\pm 6^\circ$.

10.6 Допускается проведение периодической поверки канала измерения направления воздушного потока станций Vantage Pro2 выполняется в следующем порядке:

10.6.1 Установите первичный измерительный преобразователь скорости и направления на лимб из состава комплекса поверочного портативного КПП-4 так, чтобы показания станции $A_{\text{изм}}$ составляли $(0 \pm 1)^\circ$ и соответствовали значению 0 на лимбе.

10.6.2 Задайте лимбом значения направления воздушного потока в пяти точках равномерно распределённых по всему диапазону измерений.

10.6.3 На каждом заданном значении фиксируйте показания первичного измерительного преобразователя скорости и направления воздушного потока на экране станции Vantage Pro2 $\Phi_{\text{изм}}$ по каналу измерений направления воздушного потока и значения $\Phi_{\text{эт}}$, заданные лимбом.

10.6.4 Вычислите абсолютную погрешность $\Delta\Phi$ измерений направления воздушного потока по формуле:

$$\Delta\Phi = \Phi_{\text{изм}} - \Phi_{\text{эт}}$$

10.6.5 Результаты считаются положительными, если погрешность измерений направления воздушного потока не превышает $\pm 6^\circ$.

10.7 Проверка диапазона и определение погрешности канала измерений атмосферного давления выполняется в следующем порядке:

10.7.1 Разместите модуль центрального устройства в барокамере.

10.7.2 Подключите барометр РТВ330А к барокамере.

10.7.3 Убедитесь, что значение высоты над уровнем моря станции Vantage Pro2 установлено равное нулю.

10.7.4 Задавайте значения атмосферного давления в пяти точках равномерно распределённых по диапазону измерений.

10.7.5 Фиксируйте показания первичного преобразователя давления станции Vantage Pro2 на дисплее модуля центрального устройства, а эталонного барометра с его дисплея.

10.7.6 Вычислите абсолютную погрешность измерений атмосферного давления, ΔP , гПа, для станции Vantage Pro2 по формуле:

$$\Delta P = P_{\text{изм}} - P_{\text{эт}}$$

10.7.7 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность измерений атмосферного давления не превышает ± 1 гПа.

10.8 Проверка диапазона и определение погрешности канала измерений количества осадков выполняется в следующем порядке:

10.8.1 Установите модуль измерительный на ровную твердую поверхность

10.8.2 С помощью цилиндра 2-го класса точности «Klin» наполняйте приемную камеру осадкомера водой в пяти точках равномерно распределённых по диапазону измерений, не допуская перелива (соответствие количества жидкости и количества осадков указано в таблице 4):

Таблица 4

Количество жидкости, мл	Количество осадков, мм
4,3	0,2
8,6	0,4
21,4	1
63,8	3
106,2	5

10.8.3 Фиксируйте показания первичного измерительного преобразователя станции Vantage Pro2 $M_{\text{изм}}$ на экране станции.

10.8.4 Вычислите абсолютную погрешность измерений количества осадков, ΔM в диапазоне от 0,2 до 5 мм включительно, и относительную погрешность измерений количества осадков δM в диапазоне свыше 5 до 999,8 мм, %, по формулам:

$$\Delta M = M_{\text{изм}} - M_{\text{эт}}$$

$$\delta M = \frac{M_{\text{изм}} - M_{\text{эт}}}{M_{\text{эт}}} \cdot 100 \%$$

10.8.5 Результаты поверки считаются положительными, если абсолютная погрешность измерений количества осадков не превышает $\pm 0,2$ мм в диапазоне от 0,2 до 5 мм, а относительная ± 4 % в диапазоне от 5 до 999,8.

10.9 Проверка диапазона и определение погрешности канала измерений энергетической освещенности осуществляется в следующем порядке:

10.9.1 Разместите стол на ровном, открытом участке земли, так чтобы при любом положении солнца не происходило затемнения стола. Поставьте модуль измерительный станции Vantage Pro2 и эталонный пиргелиометр на стол.

10.9.2 Подключите пиргелиометр к вольтметру согласно ЭД.

10.9.3 Производите замеры энергетической освещенности в течении светового дня, снимая показания каждые 30 мин.

10.9.4 Фиксируйте показания первичного измерительного преобразователя энергетической освещенности станции Vantage Pro2 $G_{\text{изм}}$, на экране станции и показания эталонного пиргелиометра $G_{\text{эт}}$.

10.9.5 Вычислите относительную погрешность измерений энергетической освещенности δG , %, по формуле:

$$\delta G = \frac{G_{\text{изм}} - G_{\text{эт}}}{G_{\text{эт}}} \cdot 100 \%$$

10.9.6 Результаты поверки считаются положительными, если относительная погрешность измерений энергетической освещенности не превышает ± 20 %.

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 погрешностей средства измерений п. 10.1.6, 10.2.5, 10.3.8-10.4.5, 10.5.9-10.6.5, 10.7.7, 10.8.5, 10.9.6 настоящей методики поверки.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Сведения о результатах поверки станции Vantage Pro2 передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в установленном порядке. Знак поверки при необходимости наносится на свидетельство о поверке.

12.2 Протокол оформляется по запросу.

12.3 В процессе поверки пломбировка не нарушается.