

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

2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Измерители профилей ветра Блок МХН-01

Методика поверки

МП 254-0146-2022

Руководитель лаборатории метрологического  
обеспечения средств измерений гидрометеорологических  
параметров в условиях их эксплуатации 2541

В.П. Ковальков

Инженер лаборатории метрологического  
обеспечения средств измерений гидрометеорологических  
параметров в условиях их эксплуатации 2541

Д.Г. Смотров

Санкт-Петербург

2022 г.

2530

## 1. Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на измерители профилей ветра блоки МХН-01 (далее – блоки МХН-01), предназначенные для измерений вертикального профиля скорости и направления воздушного потока (ветра) в реальном масштабе времени, их обработки и передачи информации потребителю, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

Методикой поверки должна обеспечиваться прослеживаемость блоков МХН-01 к государственным первичным эталонам единицы времени, частоты и национального времени ГЭТ1-2022.

Методы, обеспечивающие реализацию методики поверки:

- косвенные измерения - при проверке каналов измерений скорости и направления воздушного потока.

Блоки МХН-01 подлежат первичной и периодической поверке.

## 2. Перечень операций поверки средства измерений

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта документа о поверке	Проведение операции при	
		Первичной поверке	Периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	7	да	да
Контроль условий поверки	8	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	9	да	да
Проверка программного обеспечения средства измерений	10	да	да
Определение метрологических характеристик			
- скорости воздушного потока;	11.1	да	да
- направления воздушного потока	11.2	да	да

При отрицательных результатах одной из операций поверка прекращается.

## 3. Требования к условиям проведения поверки

При поверке допускается соблюдать следующие требования:

- |                                     |                 |
|-------------------------------------|-----------------|
| -температура воздуха, °С            | от -10 до +40;  |
| -относительная влажность воздуха, % | от 20 до 90;    |
| -атмосферное давление, гПа          | от 840 до 1060; |
| -скорость ветра, м/с                | не более 30.    |

## 4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку.

4.1. К проведению поверки допускаются лица, аттестованные в качестве поверителей, изучившие настоящую методику и эксплуатационную документацию (далее ЭД), прилагаемую к прилагаемую к блокам МХН-01.

## 5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

Таблица 2

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимым для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки.
8	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от -10 до 40 °С с абсолютной погрешностью не более 1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 до 90% с погрешностью не более 3%; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 840 до 1060 гПа с погрешностью не более 1 гПа.	Термометр сопротивления эталонный ЭТС-100 рег. № 19916-00, гигрометр Rotronic мод. HygroPalm исполнение HP23-A рег. № 64196-16, манометр цифровой прецизионный МЦП-2М рег. № 40100-08
9, 10	-	Персональный компьютер с интерфейсом RS-232 с ПО «МНН-01».
10.1	Персональный компьютер с интерфейсом RS-232 с ПО «МНН-01». Средства измерений времени и частоты с номинальными значениями сдвига частоты: 69 ±11 Гц, 137 ±22 Гц, 2204 ±34 Гц, 4408 ±69 Гц, 8817 ±137 Гц, Средства измерений длины в диапазоне от 0 до 200 м, абсолютная погрешность измерений длины ±0,1 м.	Персональный компьютер с интерфейсом RS-232 с ПО «МНН-01». Рабочий эталон единицы частоты номинальных значений сдвига частоты: 69, 137, 2204, 4408, 8817 Гц по локальной поверочной схеме, согласованной ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева», для рабочих средств измерений сдвига частоты в диапазоне от 60 до 9000 Гц, регистрационный № 3.7.АЗР.0001.2022 Дальномер лазерный Leica DISTO A5, рег. № 30855-07

5.1. Средства поверки должны быть поверены в установленном порядке, эталоны должны быть аттестованы в установленном порядке.

5.2. Допускается применение аналогичных средств поверки обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых блоков МХН-01 с требуемой точностью.

### 6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

-требования безопасности по ГОСТ 12.3.019;

-требования безопасности, изложенные в эксплуатационной документации.

### 7. Внешний осмотр средства измерений

7.1. Блок МХН-01 не должен иметь механических повреждений или иных дефектов, влияющих на качество его работы.

7.2. Соединения в разъемах питания блока МХН-01 должны быть надежными.

7.3. Маркировка блока МХН-01 должна быть целой, четкой, хорошо читаемой.

7.4. Результаты внешнего осмотра считают положительными, если блок МХН-01 не имеет повреждений или иных дефектов, маркировка датчика целая, соединения в разъемах питания блока МХН-01 надежные.

8. Контроль условий при проведении поверки блока МХН-01.

- 8.1. Проведите измерение температуры воздуха  $t_{изм}$  средством измерений температуры окружающей среды, удовлетворяющим по диапазону измерений и точности требованиям, указанным в таблице 2.
- 8.2. Результаты считаются положительными, если значения температуры воздуха  $t_{изм}$  не превышают пределы, установленные в р.3.
- 8.3. Занесите результат измерений температуры окружающей среды в протокол.
- 8.4. Проведите измерение  $H_{изм}$  относительной влажности воздуха средством измерений относительной влажности воздуха, удовлетворяющим по диапазону измерений и точности требованиям, указанным в таблице 2.
- 8.5. Результаты считаются положительными, если значения относительной влажности воздуха  $H_{изм}$  не превышают пределы, установленные в р.3.
- 8.6. Занесите результат измерений относительной влажности воздуха в протокол.
- 8.7. Проведите измерение  $P_{изм}$  атмосферного давления средством измерений атмосферного давления, удовлетворяющим по диапазону измерений и точности требованиям, указанным в таблице 2.
- 8.8. Результаты считаются положительными, если значения атмосферного давления  $P_{изм}$  не превышают пределы, установленные в р.3.

9. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

- 9.1. Проверить комплектность блока МХН-01.
- 9.2. Проверить электропитание блока МХН-01.
- 9.3. Подготовить к работе и включить блок МХН-01 согласно ЭД.
- 9.4. Опробование блока МХН-01 должно осуществляться в следующем порядке:
  - 9.4.1. Подключите блок МХН-01 к ПК и установите связь по интерфейсу RS-232.
  - 9.4.2. Убедитесь, что измерительная информация поступает, сообщения о ошибках – отсутствуют.
  - 9.4.3. При поверке измеренные значения фиксируются при помощи ПО «МНН-01» на ПК.

10. Проверка программного обеспечения средства измерений

- 10.1. Идентификация автономного ПО «МНН-01» и встроенного ПО «МННСОУ» осуществляется путем проверки номера версии ПО следующим образом:
  - необходимо установить связь с блоком МХН-01 при помощи ПО «МНН-01» согласно ЭД;
  - считать номер версии ПО «МНН-01» и ПО «МННСОУ» в рабочем поле при вызове команды «Функциональный контроль».
- 10.2. Результаты идентификации программного обеспечения считают положительными если номер версии автономного ПО «МНН-01» не ниже 01 и встроенного ПО «МННСОУ» не ниже 6.

11. Определение метрологических характеристик средства измерений:

- 11.1. Поверка блока МХН-01 выполняется в следующем порядке:
  - 11.1.1. Разместите блок МХН-01 на наклонно-поворотной платформе, расположенной на свободной от посторонних предметов площадке, обеспечивающей прямую видимость в направлении устройства калибровки УК из состава рабочего эталона.
  - 11.1.2. Разместите устройство калибровки УК на крепёжном приспособлении стационарно или на транспортном средстве повышенной проходимости с кузовом-контейнером на высоте не менее 4 м и на расстоянии  $140 \pm 20$  м от блока МХН-01.
  - 11.1.3. Соберите схему подключения блока МХН-01 и устройства калибровки УК согласно эксплуатационной документации.
  - 11.1.4. Включите ПК с ПО «МНН-01». Установите в окне «Исходные данные» в табло «Дирекционный угол» значение 0 градусов, установите режим «КАЛИБРОВКА».
  - 11.1.5. Приведите антенну блока МХН-01 в положение «0°», для этого в режиме «КАЛИБРОВКА» в поле справа от табло «Поворот на угол» введите значение «0» и нажать «Поворот на угол».

11.1.6. Отклоните от горизонтальной плоскости при помощи наклонно-поворотной платформы блок МХН-01 на угол  $\beta$  указанный в паспорте на блок МХН-01.

11.1.7. При помощи трубки холодной пристрелки ТХП-7-195 из комплекта устройства калибровки наведите блок МХН-01 на устройство калибровки УК.

11.1.8. При помощи трубки холодной пристрелки ТХП-7-195 из комплекта устройства калибровки наведите антенну устройства калибровки УК на блок МХН-01.

11.1.9. На пульте управления УК установить тумблер «НАПРАВЛЕНИЕ» в положение «+», переключатель «ЧАСТОТА» в положение «1», тумблер «ВКЛ-ОТКЛ» в положение «ВКЛ».

11.1.10. Для определения диапазона, абсолютной погрешности и среднеквадратического отклонения при помощи устройства калибровки УК задайте значение направления воздушного потока  $A_{эт}$  равное 0 градусов. Для этого последовательно выполните действия:

11.1.10.1. Установите переключатель «ЧАСТОТА» в положение «1», переключатель «НАПРАВЛЕНИЕ» в положение «+». Кнопкой «ПУСК» запустите процесс измерений.

11.1.10.2. После появления на экране ПК значения «30 градусов» в течении не более 20 секунд установите переключатель «ЧАСТОТА» в положение «2», переключатель «НАПРАВЛЕНИЕ» в положение «+».

11.1.10.3. После появления на экране ПК значения «90 градусов» в течении не более 20 секунд установите переключатель «ЧАСТОТА» в положение «2», переключатель «НАПРАВЛЕНИЕ» в положение «-».

11.1.10.4. После появления на экране ПК значения «150 градусов» в течении не более 20 секунд установите переключатель «ЧАСТОТА» в положение «1», переключатель «НАПРАВЛЕНИЕ» в положение «-».

11.1.10.5. После появления на экране ПК значения «210 градусов» в течении не более 20 секунд установите переключатель «ЧАСТОТА» в положение «2», переключатель «НАПРАВЛЕНИЕ» в положение «-».

11.1.10.6. После появления на экране ПК значения «270 градусов» в течении не более 20 секунд установите переключатель «ЧАСТОТА» в положение «2», переключатель «НАПРАВЛЕНИЕ» в положение «+».

11.1.11. Фиксируйте показания направления воздушного потока блока МХН-01  $A_{изм}$  на высоте 100 м.

11.1.12. Вычислите значение абсолютной погрешности  $\Delta A$  по формуле:

$$\Delta A = A_{изм} - A_{эт}$$

11.1.13 Результат считаются положительными если абсолютная погрешность измерений направления воздушного потока составляет:

$$\Delta A \leq \pm 10^\circ.$$

11.1.14 Повторите пп.11.1.11 – 11.1.13 ещё 4 раза.

11.1.15 Вычислите математическое ожидание  $M(\Delta A_i)$  по формуле:

$$M(\Delta A_i) = \frac{\sum_{i=1}^N \Delta A_i}{N}$$

где  $N = 5$  – количество измерений направления воздушного потока

11.1.16 Вычислите среднеквадратическое отклонение  $\sigma(\Delta A_i)$  по формуле:

$$\sigma(\Delta A_i) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N [\Delta A_i - M(\Delta A_i)]^2}{N - 1}}$$

11.1.17 Результат считаются положительными, если среднеквадратическое отклонение измерений направления воздушного потока составляет:

$$\sigma(\Delta A_i) \leq 5^\circ.$$

11.1.18 Для определения диапазона, абсолютной погрешности и среднеквадратического отклонения скорости воздушного потока выполните следующие действия: повторите пп. 11.1.10.1-11.1.10.6 для задания скорости воздушного потока  $V_{эт1} = 0,85$  м/с, выбирая последовательности переключения тумблеров на устройстве калибровки УК в соответствии с приложением Б.

11.1.19 Фиксируйте показания скорости воздушного потока  $V_{изм}$  блока МХН-01 на высоте 100 м.

11.1.20 Вычислите абсолютную погрешность измерений скорости воздушного потока  $\Delta V$  по формуле:

$$\Delta V = V_{изм} - V_{эт},$$

где  $V_{эт}$  - эталонное значение скорости воздушного потока, м/с;

$V_{изм}$  - измеренное значение скорости воздушного потока, м/с.

11.1.21 Результат считается положительными если абсолютная погрешность измерений скорости воздушного потока составляет:

$$\Delta V \leq \pm 0,5 \text{ м/с, при } V_{изм} \text{ до } 5 \text{ м/с}$$

$$\Delta V \leq \pm 0,1 \cdot V_{изм} \text{ м/с, при } V_{изм} \text{ свыше } 5 \text{ м/с}$$

11.1.22 Повторите пп.11.1.19 – 11.1.21 ещё 4 раза.

11.1.23 Вычислите математическое ожидание  $M(\Delta V_i)$  по формуле:

$$M(\Delta V_i) = \frac{\sum_{i=1}^N \Delta V_i}{N}$$

где  $N = 5$  – количество измерений скорости воздушного потока

11.1.24 Вычислите среднеквадратическое отклонение  $\sigma(\Delta V_i)$  по формуле:

$$\sigma(\Delta V_i) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N [\Delta V_i - M(\Delta V_i)]^2}{N - 1}}$$

11.1.25 Результаты считаются положительными, если среднеквадратическое отклонение измерений скорости воздушного потока составляет:

$$\sigma(\Delta V_i) \leq 0,25 \text{ м/с, при } V_{изм1} \text{ до } 5 \text{ м/с}$$

$$\sigma(\Delta V_i) \leq 0,05 \cdot V_{изм1} \text{ м/с, при } V_{изм1} \text{ свыше } 5 \text{ м/с}$$

11.1.26 Повторите пп. 11.1.20 – 11.1.25 для значений скорости воздушного потока 27,2 м/с и 54,3 м/с. Для этого выбирайте последовательности переключения тумблеров на устройстве калибровки УК из приложения Б.

12. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.

Процедура обработки результатов, полученных при определении метрологических характеристик, приведена в пп. 11.1.12, 11.1.15, 11.1.16, 11.1.20, 11.1.23, 11.1.24.

В результате анализа характеристик, полученных в результате поверки, делается вывод о пригодности дальнейшего использования средства измерений. Критериями пригодности являются соответствие погрешностей средства измерений п. 11.1.13, 11.1.117, 11.1.21, 11.1.25 настоящей методики поверки.

13. Оформление результатов поверки

13.1. Сведения о результатах поверки блока МХН-01 передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в установленном порядке. Знак поверки при необходимости наносится на свидетельство о поверке (в случае его оформления) и/или в паспорт.

13.2. Протокол оформляется по запросу.

13.3. В процессе поверки пломбировка не нарушается.

## Приложение А

Таблица 1 Последовательность переключений для имитации направления воздушного потока

Имитируемое направление воздушного потока, градусы		1	2	3	4	5	6
0	Положение переключателя «ЧАСТОТА»	«1»	«2»	«2»	«1»	«2»	«2»
	Положение переключателя «НАПРАВЛЕНИЕ»	«+»	«+»	«-»	«-»	«-»	«+»
60	Положение переключателя «ЧАСТОТА»	«2»	«2»	«1»	«2»	«2»	«1»
	Положение переключателя «ЧАСТОТА»	«+»	«-»	«-»	«-»	«+»	«+»
120	Положение переключателя «ЧАСТОТА»	«2»	«1»	«2»	«2»	«1»	«2»
	Положение переключателя «ЧАСТОТА»	«-»	«-»	«-»	«+»	«+»	«+»
180	Положение переключателя «ЧАСТОТА»	«1»	«2»	«2»	«1»	«2»	«2»
	Положение переключателя «ЧАСТОТА»	«-»	«-»	«+»	«+»	«+»	«-»
240	Положение переключателя «ЧАСТОТА»	«2»	«2»	«1»	«2»	«2»	«1»
	Положение переключателя «ЧАСТОТА»	«-»	«+»	«+»	«+»	«-»	«-»
300	Положение переключателя «ЧАСТОТА»	«2»	«1»	«2»	«2»	«1»	«2»
	Положение переключателя «ЧАСТОТА»	«+»	«+»	«+»	«-»	«-»	«-»

## Приложение Б

Таблица 2 Последовательность переключений для имитации скорости воздушного потока

Имитируемая скорость воздушного потока, м/с		1	2	3	4	5	6
54,3	Положение переключателя «ЧАСТОТА»	«1»	«2»	«2»	«1»	«2»	«2»
	Положение переключателя «НАПРАВЛЕНИЕ»	«+»	«+»	«-»	«-»	«-»	«+»
27,2	Положение переключателя «ЧАСТОТА»	«2»	«5»	«5»	«2»	«5»	«5»
	Положение переключателя «ЧАСТОТА»	«+»	«+»	«-»	«-»	«-»	«+»
0,85	Положение переключателя «ЧАСТОТА»	«3»	«4»	«4»	«3»	«4»	«4»
	Положение переключателя «ЧАСТОТА»	«+»	«+»	«-»	«-»	«-»	«+»