

**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. « 04 » октября 2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Датчики влажности и температуры почвы СОКОЛ-ДВП
Методика поверки

МП 254-0139-2022

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

Инженер 2 категории научно-исследовательской
лаборатории госэталонов в области
аэрогидрофизических параметров
_____ Л.А. Чикишев

Санкт-Петербург
2022 г.

1. Общие положения

Данная методика поверки распространяется на датчики влажности и температуры почвы СОКОЛ-ДВП (далее – датчики СОКОЛ-ДВП), предназначенные для автоматических измерений температуры и влажности почвы.

Методикой поверки должна обеспечиваться прослеживаемость датчиков влажности и температуры почвы СОКОЛ-ДВП 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 эталону единиц относительной влажности газов, молярной (объемной) доли влаги, температуры точки росы/иней, температуры конденсации углеводородов (ГЭТ151-2020).

Методы, обеспечивающие реализацию методики поверки:

при измерении влажности - косвенные измерения.

при измерении температуры почвы - прямые измерения

Датчики влажности и температуры почвы СОКОЛ-ДВП подлежат первичной и периодической поверке. Методикой поверки не предусмотрена поверка для меньшего числа измерительных каналов и/или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

2. Перечень операций поверки средства измерений

Таблица 1

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер пункта документа о поверке
	Первичной поверке	Периодической поверке	
Внешний осмотр	да	да	7
Контроль условий поверки	да	да	8.1
Опробование	да	да	8.3
Проверка программного обеспечения средства измерений	да	да	9
Определение метрологических характеристик при измерении:			
- температуры почвы	да	да	10.1
- влажности почвы	да	да	10.2
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.	да	да	11

2.1 При отрицательных результатах одной из операций поверка прекращается.

3. Требования к условиям проведения поверки

При поверке рекомендуется соблюдать 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 (эталонных).

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку.

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику и эксплуатационную документацию (далее ЭД), прилагаемую к датчикам СОКОЛ-ДВП.

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 -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 ± 10 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазон от 840 до 1060 гПа, с погрешность не более ± 1 гПа</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 температуры почвы</p>	<p>Эталоны единицы температуры и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по ГОСТ 8.558-2009 в диапазоне значений от -60 °С до +70 °С; Вспомогательные технические средства: Камера типа тепло-холод-влага, диапазон задания температуры от -40 °С до +70 °С</p>	<p>Термометр сопротивления эталонный ЭТС-100М, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 70903-18 Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.10М, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 19736-11 Камера СМ-70/180-250 ТВХ, диапазон задания температур от -70°С до +180°С, нестабильность поддержания температуры $\pm 0,5$°С</p>
<p>п. 10.2 Определение метрологических характеристик при измерении влажности почвы</p>	<p>Средства измерений относительной влажности почвы в диапазоне от 3 % до 50 % с допускаемой абсолютной погрешностью ± 1 %, Средства измерений массы в диапазоне измерений от 0,0001 до 1 кг, погрешность $\pm 0,03$ г Вспомогательное оборудование: Почва дерново-подзолистая супесчаная; Вода дистиллированная по ГОСТ 6709-72 Камера типа тепло-холод-влага, диапазон задания температуры до +110 °С</p>	<p>Влагомер почвы высокой точности ML3 ThetaProbe, диапазон измерений относительной влажности почвы от 1 до 50 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений ± 1 %, рег. номер 71131-18 Весы электронные ВСН-1/0,01, рег. №27303-04 Вспомогательное оборудование: Почва дерново-подзолистая супесчаная; Вода дистиллированная по ГОСТ 6709-72 Камера СМ-70/180-250 ТВХ, диапазон задания температур от -70°С до +180°С, нестабильность поддержания температуры $\pm 0,5$°С</p>

- 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
 - 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 датчиков влажности и температуры почвы СОКОЛ-ДВП следующим требованиям:
 - 7.2 Внешний вид датчика СОКОЛ-ДВП должен соответствовать внешнему виду, указанному в описании типа на СИ.
 - 7.3 Соединения в разъемах питания датчиков СОКОЛ-ДВП должны быть надежными.
 - 7.4 Маркировка датчиков СОКОЛ-ДВП должна быть целой, четкой, хорошо читаемой.
 - 7.5 Результаты внешнего осмотра считают положительными, если датчик СОКОЛ-ДВП не имеет повреждений или иных дефектов, маркировка датчиков СОКОЛ-ДВП целая, соединения в разъемах питания датчика СОКОЛ-ДВП надежные.
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.
 - 8.2 Проверьте комплектность датчиков СОКОЛ-ДВП;
 - 8.3 Проверьте электропитание датчиков СОКОЛ-ДВП;
 - 8.4 Подготовьте к работе и включите датчик СОКОЛ-ДВП согласно ЭД (перед началом проведения поверки датчик СОКОЛ-ДВП должен проработать не менее 10 минут);
 - 8.5 Опробование датчиков СОКОЛ-ДВП должно осуществляться в следующем порядке:
 - 8.6 При опробовании датчиков СОКОЛ-ДВП устанавливается работоспособность в соответствии с эксплуатационной документацией на датчики СОКОЛ-ДВП.
 - 8.7 Подключите датчик СОКОЛ-ДВП к персональному компьютеру (далее- ПК) согласно ЭД и проверьте его работоспособность.
 - 8.8 Контрольная индикация на дисплее ПК должна указывать на работоспособность датчиков СОКОЛ-ДВП.
9. Проверка программного обеспечения средства измерений
 - 9.1 Подтверждение соответствия программного обеспечения (далее- ПО) производится в следующем порядке:
 - 9.2 Идентификация встроенного ПО «Hum_sensor_dig.bin» осуществляется путем проверки номера версии ПО.
 - 9.3 Для идентификации номера версии встроенного ПО «Hum_sensor_dig.bin» необходимо в рабочем поле терминальной программы ввести команду «system» в ответном сообщении считать версию ПО.
 - 9.4 Результаты идентификации программного обеспечения считают положительными, если номер версии ПО «Hum_sensor_dig.bin» соответствует данным в таблице 3.

Таблица 3

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Hum_sensor_dig.bin
Номер версии (идентификационный номер) ПО	Не ниже 1.7
Цифровой идентификатор ПО	-

10. Определение метрологических характеристик датчиков СОКОЛ-ДВП.

10.1 Поверка датчиков СОКОЛ-ДВП при измерении температуры почвы выполняется в следующем порядке:

10.1.1 Подготовьте к работе и включите датчик СОКОЛ-ДВП, камеру типа тепло-холод-влаги, термометр сопротивления эталонный ЭТС-100 и измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8 модификации МИТ 8.15 в соответствии с ЭД.

10.1.2 Поместите датчик СОКОЛ-ДВП и эталонный термометр в камеру типа тепло-холод-влаги максимально близко друг к другу.

10.1.3 Задавайте значения температуры в камере в пяти точках равномерно распределённых по диапазону измерений.

10.1.4 На каждом заданном значении фиксируйте значения, измеренные датчиком СОКОЛ-ДВП, $t_{измi}$ и значения эталонные, $t_{эти}$.

10.1.5 Вычислите абсолютную погрешность датчика СОКОЛ-ДВП по каналу измерений температуры почвы по формуле:

$$\Delta t = t_{измi} - t_{эти}$$

10.1.6 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность по каналу измерений температуры почвы во всех выбранных точках не превышает:

$$\Delta t \leq \pm 0,3 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

10.2 Поверка датчика СОКОЛ-ДВП при измерении влажности почвы выполняется в следующем порядке:

10.2.1 Разместите горизонтально датчик температуры и влажности почвы и влагомер почвы высокой точности ML3 ThetaProbe (далее – влагомер) в емкость с почвой.

10.2.2 Фиксируйте значения, измеренные датчиком СОКОЛ-ДВП, $\varphi_{измi}$ и значения эталонные, $\varphi_{эти}$, измеренные влагомером.

10.2.3 Вычислите абсолютную погрешность датчика СОКОЛ-ДВП при измерении относительной влажности почвы по формуле:

$$\Delta W_i = W_{измi} - W_{эти}$$

10.2.4 Повторите п. 10.2.2-10.2.3, последовательно добавляя в емкость с почвой воду массой, равной 20 %, 40 %, 60 % и 80 % от массы почвы в емкости, тщательно перемешивая.

10.2.5 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность по каналу измерений влажности почвы во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta W_i| \leq 3 \%$$

10.2.6 Допускается поверка датчика СОКОЛ-ДВП при измерении влажности почвы в следующем порядке:

10.2.7 Подготовьте к работе весы ВСН-1/0,01, поставьте емкость на весы, произведите измерение массы емкости, M_e , г.

10.2.8 Насыпьте почву (ГСО 2498-83/2500-83) в емкость.

10.2.9 Проведите измерения массы емкости с почвой, M_0 , г.

10.2.10 Уплотните почву, проведите измерения влажности почвы в емкости при помощи датчика температуры и влажности почвы, $W_{измi}$.

10.2.11 Поместите емкость с почвой в сушильный шкаф, высушите почву в течении шести часов при температуре $+105\text{ }^{\circ}\text{C}$.

10.2.12 Извлеките емкость из сушильного шкафа, закройте крышкой, дайте емкости остыть. Проведите измерения массы емкости с почвой, M_1 , г.

10.2.13 Повторите п. 10.2.11 в течение 1 часа, проведите повторное измерение массы, M_2 , г. Если масса M_2 меньше массы M_1 , более чем на $0,1$ г, то сушку продолжают ещё в течение 1 ч, после чего ещё раз определяют массу M_1 .

10.2.14 Уплотните почву, проведите измерения влажности почвы в емкости при помощи датчика температуры и влажности почвы, $W_{измi}$, значения влажности почвы после высушивания $W_{эт0}$ соответствуют 1% .

10.2.15 Произведите расчет влажности почвы $W_{этi}$, по формуле:

$$W_{этi} = m_w/m_{dn} \cdot 100\%, \text{ где}$$

$$m_{dn} = M_0 - M_e$$

$$m_w = M_0 - M_1$$

10.2.16 Повторите пункты 10.2.7...10.2.15 предварительно смочив почву водой дистиллированной по ГОСТ 6709-72 массой 15 г, перемешайте.

10.2.17 Вычислите абсолютную погрешность измерений влажности почвы датчика СОКОЛ-ДВП, ΔW_i , по формуле:

$$\Delta W_i = W_{измi} - W_{этi}$$

10.2.18 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность датчика СОКОЛ-ДВП по каналу измерений влажности почвы во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta W_i| \leq 3\%$$

11. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.

В результате анализа характеристик, полученных при поверке, делается вывод о дальнейшем использовании средства измерений. Критериями пригодности является соответствие погрешности средства измерений п.10.1.6, 10.2.5, 10.2.18 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.