

**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

«17» мая 2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Датчики влажности и температуры грунта ДВГ-01
МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 254-0148-2022

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

Санкт-Петербург
2022 г.

1. Общие положения

Данная методика поверки распространяется на датчики влажности и температуры грунта ДВГ-01 (далее – датчики ДВГ-01), предназначенные для автоматических измерений объемной доли воды в почве, грунте, песке и т.п. и температуры на нескольких фиксированных глубинах.

Методикой поверки должна обеспечиваться прослеживаемость поверяемых датчиков ДВГ-01 к государственным первичным эталонам единиц величин: к государственному первичному эталону единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С (ГЭТ34-2020), к государственному первичному эталону единицы температуры-кельвина в диапазоне от 0,3 К до 273,16 К (ГЭТ35-2021), к государственному первичному эталону единицы объема жидкости в диапазоне от $1,0 \cdot 10^{-9}$ м³ до 1,0 м³ (ГЭТ216-2018).

Методы, обеспечивающие реализацию методики поверки:

– непосредственное сличение.

Датчики влажности и температуры грунта ДВГ-01 подлежат первичной и периодической поверке.

2. Перечень операций поверки средства измерений

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции	Номер пункта МП	Операции, проводимые при поверке	
		Первичной	Периодической
Внешний осмотр	7	да	да
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	8.1	да	да
Опробование	8.2	да	да
Подтверждение соответствия программного обеспечения	9	да	да
Определение метрологических характеристик: - канала измерений температуры почвы; - канала измерений объемной доли воды в почве	10.1	да	да
	10.2	да	да

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, гПа от 860 до 1060

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 датчикам ДВГ-01.

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 Метрологические и технические требования к средствам поверки приведены в таблице 2

Таблица 2 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

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 °С до +35 °С с абсолютной погрешностью не более ±1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 25 % до 90 % с абсолютной погрешностью не более ±10 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне измерений от 860 до 1060 гПа с абсолютной погрешностью не более ±2,5 гПа;</p>	<p>Термогигрометр ИВА-6, модификация ИВА-6Н-Д, рег. номер № 46434-11</p>
<p>п. 9 Подтверждение соответствия программного обеспечения</p>	<p>Персональный компьютер терминальной программой</p>	<p>Персональный компьютер с терминальной программой</p>
<p>п. 10.1 Проверка диапазона измерений и определение абсолютной погрешности канала измерений 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 измерений от -50 °С до +60 °С; Вспомогательное оборудование: Термостат переливной прецизионный в диапазоне поддержания температур от -50 °С до плюс +60 °С с нестабильностью поддержания температур не более ±0,01 °С</p>	<p>Эталонный платиновый термометр сопротивления ПТСВ-2К-3, рег. номер № 49400-12; Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.10М, рег. номер 19736-11; Вспомогательное оборудование: Термостат переливной прецизионный ТПП-1, мод. ТПП-1.3, рег. номер № 33744-07</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. 10.2 Проверка диапазона измерений и определение абсолютной погрешности канала измерений объемной доли воды в почве	Средства измерений объемной доли воды в почве в диапазоне измерений от 3 % до 50 % с абсолютной погрешностью не более ± 1 %; Вспомогательное оборудование: Почва дерново-подзолистая супесчаная; Вода дистиллированная по ГОСТ 6709-72	Влагомер почвы высокой точности ML3 ThetaProbe, рег. номер № 71131-18; Вспомогательное оборудование: Почва дерново-подзолистая супесчаная САДПП-08/6 ОСО 10902; Вода дистиллированная по ГОСТ 6709-72
<i>Примечание - Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</i>		

5.1 Средства поверки должны быть поверены, эталоны – аттестованы.

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 датчика влажности и температуры грунта ДВГ-01 следующим требованиям:

7.2 Внешний вид датчика ДВГ-01 должен соответствовать внешнему виду, указанному в описании типа на СИ.

7.3 Соединения в разъемах питания датчика ДВГ-01 должны быть надежными.

7.4 Маркировка датчика ДВГ-01 должна быть целой, четкой, хорошо читаемой.

7.5 Результаты внешнего осмотра считают положительными, если датчик ДВГ-01 не имеет повреждений или иных дефектов, маркировка датчика ДВГ-01 целая, соединения в разъемах питания датчика ДВГ-01 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.

8.1.2 Для контроля условий поверки используются средства поверки, приведенные в таблице 2.

8.2 Опробование.

8.2.1 Проверьте комплектность датчика ДВГ-01.

8.2.2 Проверьте электропитание датчика ДВГ-01.

8.2.3 Подготовьте к работе и включите датчик ДВГ-01, согласно ЭД (перед началом проведения поверки датчик ДВГ-01 должен проработать не менее 10 минут).

8.2.4 Опробование датчика ДВГ-01 должно осуществляться в следующем порядке:

8.2.5 При опробовании датчика ДВГ-01 устанавливается работоспособность в соответствии с ЭД на датчика ДВГ-01.

8.2.6 Подключите датчик ДВГ-01 к ПК, согласно ЭД, и проверьте его работоспособность.

8.2.7 После подключения датчика ДВГ-01 проверяют наличие связи с помощью команды чтения основного набора данных. Формат команд и пример подачи и приема ответа приведены в ЭД датчиков ДВГ-01.

9. Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Подтверждение соответствия программного обеспечения производится в следующем порядке:

9.2 Идентификация встроенного ПО «DVG-01» осуществляется путем проверки номера версии ПО.

9.3 Для идентификации номера версии встроенного ПО «DVG-01» необходимо в рабочем поле терминальной программы считать версию ПО.

9.4 Результаты идентификации программного обеспечения считают положительными, если номер версии ПО «DVG-01» соответствует данным в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные встроенного ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	DVG-01
Номер версии (идентификационный номер) ПО	Не ниже v1.6
Цифровой идентификатор ПО	–

10. Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Проверка диапазона измерений и определение абсолютной погрешности канала измерений температуры почвы производится в следующем порядке:

10.1.1 Первичная и периодическая поверка датчиков ДВГ-01 по каналу измерения температуры почвы выполняется в следующем порядке:

10.1.1.1 Подготовьте к работе и включите датчик ДВГ-01, согласно ЭД.

10.1.1.2 Подготовьте термостат ТПП-1 (мод. ТПП-1.3), термометр сопротивления эталонный ПТСВ-2К-3 и измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8 модификации МИТ 8.10М, в соответствии с ЭД.

10.1.1.3 Подключите эталонный термометр ПТСВ-2К-3 к измерителю температуры многоканальному прецизионному МИТ 8.10М.

10.1.1.4 Поместите датчик ДВГ-01 и эталонный термометр ПТСВ-2К-3 в термостат ТПП-1 максимально близко друг к другу.

10.1.1.5 Задавайте значения температуры в термостате ТПП-1 в пяти точках, равномерно распределенных по диапазону измерений: минус 50 °С, минус 25 °С, 0 °С, плюс 25 °С, плюс 60 °С.

10.1.1.6 Фиксируйте показания $T_{измip}$ датчика ДВГ-01 (где p – порядковый номер измерительного модуля датчика ДВГ-01, i – точка измерений) и эталонные значения, $T_{эти}$, измеренные термометром ПТСВ-2К-3. Снимите не менее 10 показаний в течение 10 минут. Для расчета используются усредненные значения измеренных значений температуры каждого измерительного модуля датчика ДВГ-01.

10.1.1.7 Вычислите абсолютную погрешность датчиков ДВГ-01 по каналу измерений температуры почвы, ΔT_{in} , по формуле:

$$\Delta T_{in} = T_{измip} - T_{эти}$$

где $T_{измip}$ – среднее измеренное значение температуры для каждого измерительного модуля датчика ДВГ-01;

$T_{эти}$ – значение температуры, измеренное термометром ПТСВ-2К-3.

10.1.1.8 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность канала измерений температуры почвы датчиков ДВГ-01 во всех выбранных точках не превышает:

$$\Delta T_i \leq \pm 0,2 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

10.2 Проверка диапазона измерений и определение абсолютной погрешности канала измерений объемной доли воды в почве производится в следующем порядке:

10.2.1 Первичная и периодическая поверка датчиков ДВГ-01 по каналу измерения объемной доли воды в почве выполняется в следующем порядке:

10.2.1.1 Подготовьте к работе датчик температуры и влажности грунта ДВГ-01, влагомер высокой точности ML3 ThetaProbe и емкость.

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

10.2.1.3 Уплотните почву. Проведите измерения объемной доли воды в почве при помощи датчика температуры и влажности грунта ДВГ-01, $W_{изм\ p}$ (где p – порядковый номер измерительного модуля датчика ДВГ-01, i – точка измерений), и при помощи влагомера ML3 ThetaProbe.

10.2.1.4 Фиксируйте показания значений объемной доли воды в почве, измеренные датчиком ДВГ-01, $W_{изм\ p}$, и эталонные значения объемной доли воды в почве, $W_{эт}$, измеренные влагомером ML3 ThetaProbe.

10.2.1.5 Подготовьте образцы почвы с различной объемной долей воды для испытаний, предварительно смочив почву водой дистиллированной (по ГОСТ 6709-72) со средней объемной долей воды в диапазонах: (5...15)%; (20...30)%; (40...50)%. Контроль влажности произведите влагомером ML3 ThetaProbe.

10.2.1.6 Поместите датчик ДВГ-01 в испытательную емкость в горизонтальном положении.

10.2.1.7 Засыпьте датчик почвой, избегая формирования комков и воздушных полостей, при необходимости дополнительно разрыхлите и перемешайте почву.

10.2.1.8 Расположите влагомер ML3 ThetaProbe в почве в непосредственной близости от датчика ДВГ-01.

10.2.1.9 Фиксируйте значения объемной доли воды в почве, $W_{изм\ p}$, измеренные датчиком ДВГ-01, и значения эталонные, $W_{эт}$, измеренные влагомером ML3 ThetaProbe.

10.2.1.10 Для датчика ДВГ-01 произведите не менее 5 измерений в течение 10 минут, результаты усредните для каждого измерительного модуля датчика ДВГ-01.

10.2.1.11 Вычислите абсолютную погрешность датчиков ДВГ-01 по каналу измерений объемной доли воды в почве, ΔW_{in} , по формуле:

$$\Delta W_{in} = W_{изм\ p} - W_{эт},$$

где $W_{изм\ p}$ – среднее измеренное значение объемной доли воды в почве для каждого измерительного модуля датчика ДВГ-01;

$W_{эт}$ – значение объемной доли воды в почве, измеренное влагомером ML3 ThetaProbe.

10.2.1.12 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность канала измерений объемной доли воды в почве датчиков ДВГ-01 во всех выбранных точках не превышает:

$$\Delta W_{in} \leq \pm 3,0 \%$$

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 В результате анализа характеристик, полученных в результате поверки, делается вывод о дальнейшем использовании средства измерений. Критериями пригодности является соответствие погрешности средства измерений п. п. 10.1 – 10.2 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.