

**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.

« 22 » сентября 2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Датчики состояния искусственного покрытия Дор
Методика поверки

МП 254-0169-2022

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

Инженер 2 кат. лаборатории испытаний
в целях утверждения типа средств измерений
аэрогидрофизических параметров
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»
Л.А. Чикишев

г. Санкт-Петербург
2022 г.

1. Общие положения

Данная методика поверки распространяется на датчики состояния искусственного покрытия Дор (далее – датчики Дор), предназначенные для автоматических измерений температуры дорожного полотна, температуры точки замерзания и толщины слоя воды на дорожном полотне. Методикой поверки должна обеспечиваться прослеживаемость поверяемых датчиков Дор 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) в соответствии с ГОСТ 8.558-2009 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры, государственному первичному эталону единицы длины-метра (ГЭТ2-2021).

Методикой поверки не предусмотрена возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов и (или) на меньшем числе поддиапазонов измерений.

Методы, обеспечивающие реализацию методики поверки:

- непосредственное сличение – при определении метрологических характеристик канала измерений температуры дорожного полотна, точки замерзания и толщины слоя воды на дорожном полотне.

Датчики Дор подлежат первичной и периодической поверке.

2. Перечень операций поверки средства измерений

Таблица 1

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операции поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	Да	Да	7
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик датчиков Дор при измерении температуры дорожного полотна	Да	Да	10.1
Определение метрологических характеристик датчиков Дор при измерении температуры точки замерзания	Да	Да	10.2
Определение метрологических характеристик датчиков Дор при измерении толщины слоя воды	Да	Да	10.3
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 должны быть соблюдены следующие условия:

- температура воздуха, °С +15 до +25;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку.

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

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
п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +15 до +25 °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 диапазоне от 84 до 106 кПа с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,2$ кПа	Термогигрометр ИВА-6, мод. ИВА-6Н-Д, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – рег. №) № 82393-21
п. 10.1 Проверка диапазона и определение погрешности канала измерений температуры дорожного полотна	Эталоны единицы температуры и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по ГОСТ 8.558-2009 (часть 1-2), в диапазоне измерений от -40 °С до +60 °С. Вспомогательные технические средства: Камера климатическая с диапазоном поддержания температур от -40 °С до +70 °С	Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.10М, рег. номер № 19736-11; Эталонный платиновый термометр сопротивления ПТСВ-2К-2, рег. № 49400-12 Вспомогательные технические средства: Камера СМ-70/180-250 ТВХ
п. 10.2 Проверка диапазона и определение погрешности измерений температуры точки заморзания	Эталоны единицы температуры и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по ГОСТ 8.558-2009 (часть 1-2), в диапазоне измерений от -40 °С до +70 °С. Вспомогательные технические средства: Камера климатическая с диапазоном поддержания температур от -25 °С до +5 °С	Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.10М, рег. номер № 19736-11; Эталонный платиновый термометр сопротивления ПТСВ-2К-2, рег. № 49400-12 Вспомогательные технические средства: Камера СМ-70/180-250 ТВХ
п. 10.3 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений толщины слоя воды	Средства измерений длины в диапазоне от 0 до 20 мм с абсолютной погрешностью не более 0,1 мм. Пипетка 2-1-2-5 по ГОСТ 29227-91; Набор вспомогательных колец номинальной высотой 1,00; 2,00; 3,00, Стеклопластиковая пластина толщиной $(10 \pm 0,5)$ мм; Груз для фиксации стеклянной пластины массой не более 1 кг;	Микрометр МК, типоразмер МК 25, рег. № 78936-20;

- 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 Датчик Дор не должен иметь механических повреждений или иных дефектов, влияющих на качество его работы.
- 7.2 Соединения в разъемах питания датчика Дор должны быть надежными.
- 7.3 Маркировка датчика Дор должна быть целой, четкой, хорошо читаемой.
- 7.4 Результаты внешнего осмотра считают положительными, если датчик Дор не имеет повреждений или иных дефектов, маркировка датчика целая, соединения в разъемах питания надежные.
- 7.5 Соответствие внешнего вида СИ, приведенному в описании типа средства измерений.
- 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 Проверить комплектность датчика Дор.
- 8.3 Проверить электропитание датчика Дор.
- 8.4 Подготовить к работе и включить датчик Дор согласно ЭД. Перед началом поверки датчик Дор должен работать не менее 30 мин.
- 9 Проверка программного обеспечения средства измерений
- 9.1 Подтверждение соответствия программного обеспечения (далее- ПО) производится в следующем порядке:
- 9.2 Идентификация встроенного ПО «SCU 3099-К» осуществляется путем проверки номера версии ПО.
- 9.3 Для идентификации номера версии встроенного ПО «SCU 3099-К» необходимо в рабочем поле программы «skytest v9.51» после нажатия клавиши F5 в ответном сообщении считать версию ПО.
- 9.4 Результаты идентификации программного обеспечения считают положительными, если номер версии ПО «SCU 3099-К» соответствует данным в таблице 3.

Таблица 3

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	SCU 3099-К
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже v2.93

10 Определение метрологических характеристик датчика Дор:

10.1 Проверка диапазона и определение погрешности канала измерений температуры дорожного полотна производится в следующем порядке:

10.1.1 Подключите термометр сопротивления платиновый ПТСВ-2К-2 к измерителю температуры многоканальному прецизионному МИТ 8.10М согласно ЭД.

10.1.2 Поместите в климатическую камеру СМ-70/180-250 ТВХ (далее – камера) датчик Дор таким образом, чтобы датчик находился в непосредственной близости от термометра сопротивления платинового ПТСВ-2К-2.

10.1.3 Задавайте в камере значения температуры не менее, чем в пяти точках.

10.1.4 На каждом заданном значении температуры фиксируйте показания канала измерений температуры дорожного полотна датчика Дор $t_{\text{визм}i}$ и эталонные значения $t_{\text{вэ}тi}$.

10.1.5 Вычислите абсолютную погрешность датчика Дор Δt_i , по каналу измерений температуры воздуха по формуле:

$$\Delta t = t_{\text{визм}i} - t_{\text{вэ}тi}$$

10.1.6 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность канала измерений температуры дорожного полотна датчика Дор во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta t_i| \leq 0,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

10.2 Проверка диапазона и определение погрешности измерений температуры точки замерзания производится в следующем порядке:

10.2.1 Подготовьте к работе и включите датчик Дор, термометр сопротивления платиновый ПТСВ-2К-2, измеритель температуры двухканальный прецизионный МИТ 8.10М и климатическую камеру в соответствии с ЭД.

10.2.2 Поместите датчик Дор и термометр сопротивления платиновый ПТСВ-2К-2 в климатическую камеру СМ -70/180-250 ТВХ. Установите на датчик Дор пластиковое ограничительное кольцо с прокладкой, чтобы предотвратить растекание жидкости за пределы рабочей области датчика Дор.

10.2.3 Поместите в рабочую область датчика Дор водный раствор соли MgCl_2 с концентрацией 2,5 % объемом 2,5 мл. Методика приготовления раствора указана в Приложении В. Поместите чувствительный элемент термометра сопротивления платинового ПТСВ-2К-2 в рабочую область датчика Дор.

10.2.4 Задайте значения температуры в климатической камере СМ -70/180-250 ТВХ равное 0 $^\circ\text{C}$. Выдержите 20 минут при данной температуре.

10.2.5 Фиксируйте показания $t_{\text{изм}}$ датчика Дор и показания $t_{\text{ср.эт}}$ термометра сопротивления платинового ПТСВ-2К-2 в течении этого времени.

10.2.6 На графике $T_{\text{эт}}$ от времени найдите плато (Приложение А), соответствующее процессу замерзания раствора. Определите значение температуры замерзания раствора, как среднее значение температуры за время процесса замерзания.

10.2.7 Вычислите абсолютную погрешность температуры точки замерзания, Δt , по формуле:

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

10.2.8 Повторите действия по пунктам 10.2.3-10.2.7 для растворов соли с концентрацией 17,8 % и 23,8 % при задании температуры в климатической камере СМ -70/180-250 ТВХ равной минус 5 $^\circ\text{C}$ и минус 20 $^\circ\text{C}$ соответственно.

10.2.9 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность измерений температуры точки замерзания во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta t_i| \leq 0,5^\circ\text{C};$$

10.3 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений толщины слоя воды выполняется в следующем порядке:

10.3.1 Установите датчик Дор в положение, чтобы его лицевая поверхность находилась в горизонтальном положении.

10.3.2 При помощи микрометра измерьте высоту вспомогательных колец C_{ki} . Измерения производятся в четырех равномерно распределенных точках вспомогательных колец. За результат принимается среднее арифметическое значение.

10.3.3 После измерения высоты кольца разместите, поочередно, кольца на лицевой поверхности датчика. При помощи пипетки нанесите воду во внутреннюю поверхность вспомогательного кольца. После этого накройте кольцо стеклянной пластиной. На стеклянную пластину установите груз. Схема установки указана в приложении Б.

10.3.4 Фиксируйте измеренную толщину слоя воды $C_{измi}$

10.3.5 Вычислите абсолютную погрешность измерений толщины слоя воды, по формуле:

$$\Delta C_i = C_{измi} - C_{ki},$$

где $C_{измi}$ – измеренная датчиком толщина слоя воды, мм;

C_{ki} – толщина кольца, измеренная микрометром, мм.

10.3.6 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность измерений толщины слоя воды со всеми поверочными кольцами не превышают:

$$|\Delta C_i| \leq \pm 0,5 \text{ мм}$$

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.

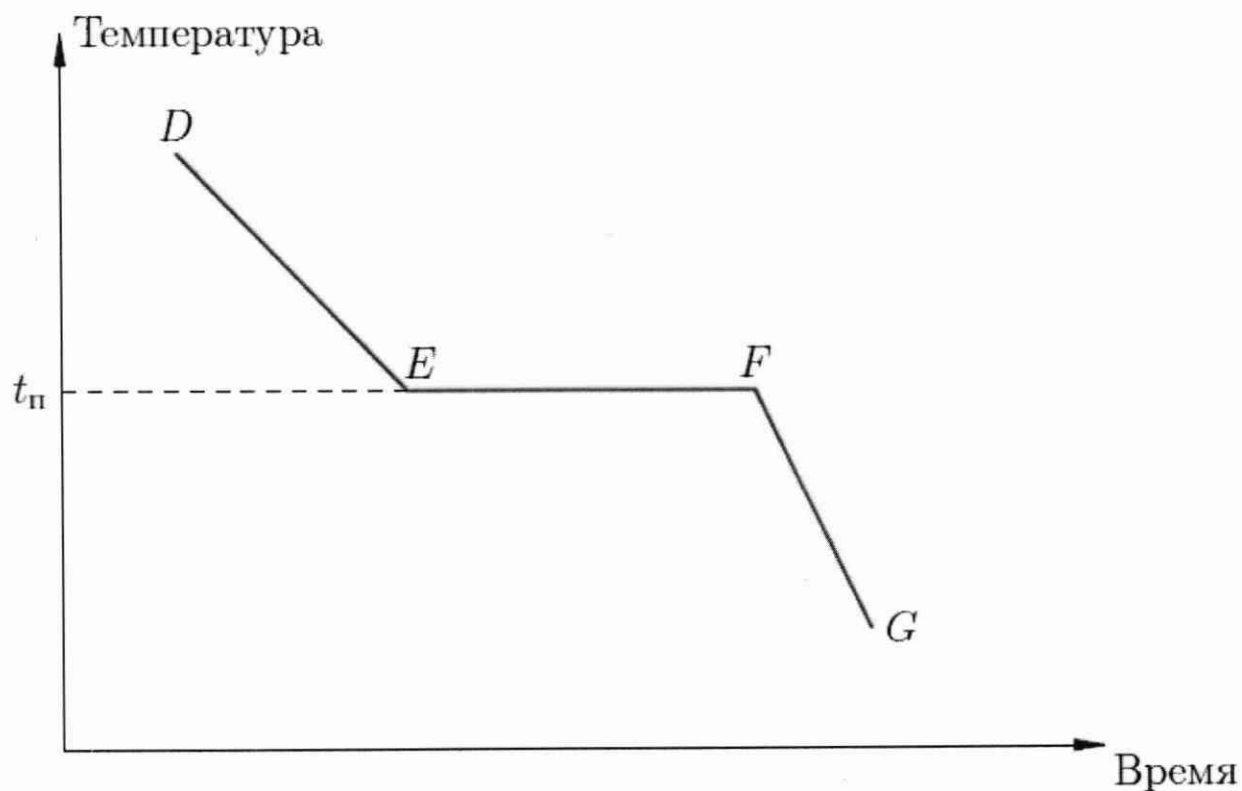
В результате анализа характеристик, полученных в результате поверки, делается вывод о пригодности дальнейшего использования средства измерений. Критериями пригодности являются соответствие погрешности средства измерений п.10.1.6, 10.2.9, 10.3.6 настоящей методики поверки.

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.

Приложение А



Образец графика выхода температуры измерений датчика на плато, соответствующее процессу
замерзания раствора,
DE-участок графика, на котором жидкость остывает до кристаллизации
EF- участок графика, на котором происходит кристаллизация жидкости
FG- участок графика, соответствующий остыванию твердого тела, возникшего в результате кри-
сталлизации
 t_n —температура кристаллизации

Приложение Б

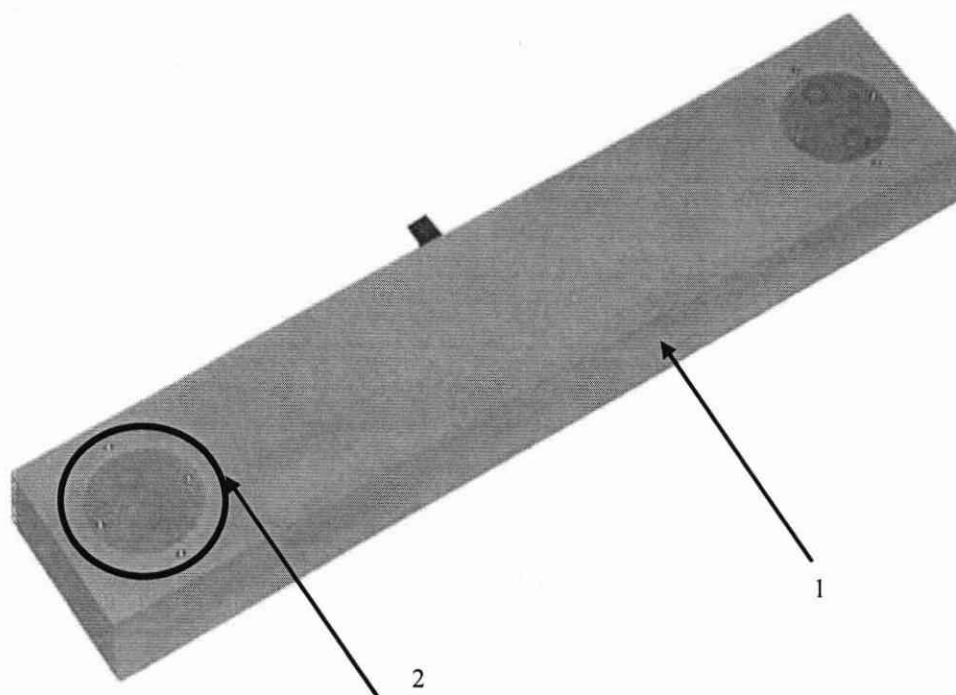


Схема установки вспомогательного кольца на поверхности датчика Дор
1 - Датчик Дор, 2- Вспомогательное кольцо

Приложение В
Инструкция по приготовлению соли.

Приготовление водного раствора соли $MgCl_2$ с концентрацией 2,5 % объемом 2,5 мл:

1. Мерный цилиндр, вместимостью более 100 мл заполните дистиллированной водой объемом 80 мл.
2. Взвесьте на весах 2,5 г соли хлорида магния $MgCl_2$.
3. Растворите хлористый магний $MgCl_2$ в цилиндре с дистиллированной водой.
4. Поместите мерный цилиндр в термостат и выдержите в течение 30 мин при температуре $(20,0 \pm 0,1) ^\circ C$.
5. Убедитесь в отсутствии осадка на дне мерного цилиндра.
6. Долейте дистиллированную воду в мерный цилиндр до отметки в 100 мл.
7. Перелейте полученный раствор в коническую плоскодонную колбу с притертой пробкой, выдержите его не менее 12 ч.
8. От полученного раствора отберите 2,5 мл раствора соли $MgCl_2$ и поместите раствор во внутреннюю поверхность вспомогательного кольца.

Приготовление водного раствора соли $MgCl_2$ с концентрацией 17,8 % объемом 2,5 мл:

1. Мерный цилиндр, вместимостью более 100 мл заполните дистиллированной водой объемом 80 мл.
2. Взвесьте на весах 17,8 г соли хлорида магния $MgCl_2$.
3. Растворите хлористый магний $MgCl_2$ в цилиндре с дистиллированной водой.
4. Поместите мерный цилиндр в термостат и выдержите в течение 30 мин при температуре $(20,0 \pm 0,1) ^\circ C$.
5. Убедитесь в отсутствии осадка на дне мерного цилиндра.
6. Долейте дистиллированную воду в мерный цилиндр до отметки в 100 мл.
7. Перелейте полученный раствор в коническую плоскодонную колбу с притертой пробкой, выдержите его не менее 12 ч.
8. От полученного раствора отберите 2,5 мл раствора соли $MgCl_2$ и поместите раствор во внутреннюю поверхность вспомогательного кольца.

Приготовление водного раствора соли $MgCl_2$ с концентрацией 23,8 % объемом 2,5 мл:

1. Мерный цилиндр, вместимостью более 100 мл заполните дистиллированной водой объемом 80 мл.
2. Взвесьте на весах 23,8 г соли хлорида магния $MgCl_2$.
3. Растворите хлористый магний $MgCl_2$ в цилиндре с дистиллированной водой.
4. Поместите мерный цилиндр в термостат и выдержите в течение 30 мин при температуре $(20,0 \pm 0,1) ^\circ C$.
5. Убедитесь в отсутствии осадка на дне мерного цилиндра.
6. Долейте дистиллированную воду в мерный цилиндр до отметки в 100 мл.
7. Перелейте полученный раствор в коническую плоскодонную колбу с притертой пробкой, выдержите его не менее 12 ч.
8. От полученного раствора отберите 2,5 мл раствора соли $MgCl_2$ и поместите раствор во внутреннюю поверхность вспомогательного кольца.