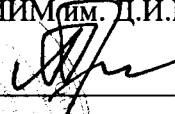


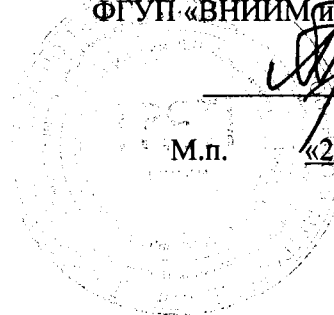
**Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»
ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»**

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»


А.Н. Пронин

М.п. «22» июля 2026 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

СОДАРЫ PCS.2000

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 2540-0048-2026

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
2026 г.

1. Общие положения

Данная методика поверки распространяется на содары PCS.2000 (далее – содары), предназначенные для автоматических дистанционных измерений скорости и направления воздушного потока.

Содары подлежат первичной и периодической поверке.

Методикой поверки обеспечивается прослеживаемость содаров к Государственному первичному специальному эталону единицы скорости воздушного потока (ГЭТ 150-2012) в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений скорости воздушного потока, утвержденной приказом Росстандарта от 25.11.2019 г. № 2815.

Методы, обеспечивающие реализацию методики поверки – косвенные измерения.

Методикой поверки не предусмотрена возможность проведения поверки в сокращенном объеме.

2. Перечень операций поверки средства измерений

2.1. При проведении первичной и периодической поверок должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер пункта методики поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	да	да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	да	да	8.1
Опробование	да	да	8.5
Проверка программного обеспечения	да	да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	10
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	10.2

2.2 При отрицательных результатах одной из операций поверка прекращается.

3. Требования к условиям проведения поверки

При поверке должны быть соблюдены следующие условия:

- | | |
|--------------------------------------|-----------------|
| - температура воздуха, °С | от +10 до +40; |
| - относительная влажность воздуха, % | от 30 до 90; |
| - атмосферное давление, гПа | от 840 до 1070. |

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку.

4.1. К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику руководство по эксплуатации PCS.2000-24/64/MF/LP (далее – ЭД) и соответствующие требованиям, установленным критериями аккредитации

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

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
п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +5 °С до +35 °С с абсолютной погрешностью не более ± 1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 30 % до 80 %, с погрешностью не более ± 10 % Средства измерений атмосферного давления в диапазоне измерений от 84,0 до 106,0 кПа, с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,2$ кПа;	Термогигрометр ИВА-6, рег. № 46434-11
п. 9 Проверка программного обеспечения средства измерений	Персональный компьютер	Персональный компьютер
п. 10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия метрологическим требованиям по измерительным каналам (далее – ИК) скорости и направления воздушного потока.	Средства измерений частоты в диапазоне измерений от 1400 до 2600 Гц, с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,1$ Гц. Вспомогательные устройства: Устройство задержки сигналов УЗС; Динамик DK 10/Т, 2 шт.; Генератор сигналов с диапазоном задания частоты от 1400 до 2600 Гц. Мультиметр цифровой диапазон измерений напряжения переменного тока от 25 до 500 В	Осциллограф цифровой RIGOL DS MSO, мод. MSO5074, рег. № 82665-21.
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, и поверенные средства измерений утвержденного типа, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице 2		

6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки соблюдают:

- требования безопасности по ГОСТ 12.3.019;
- требования безопасности, изложенные в ЭД;
- 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 содаров следующим требованиям:

7.1 Корпус содара, вспомогательное и дополнительное оборудование не должны иметь механических повреждений или иных дефектов, влияющих на качество их работы.

7.2 Внешний вид содара должен соответствовать внешнему виду, указанному в описании типа на СИ.

7.3 Соединения в разъемах питания содара, вспомогательного и дополнительного оборудования должны быть надежными.

7.4 Маркировка содара должна быть целой, четкой, хорошо читаемой.

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 разделе 3 настоящей методики поверки.

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

8.2. Проверить комплектность содара

8.3. Проверить электропитание содара.

8.4. Подготовить к работе и включить содар согласно ЭД. Перед началом поверки содар должен работать не менее 20 мин.

8.5. Опробование

Опробование содара заключается в тестировании каждого динамика акустической фазированной антенной решетки (далее – АФАР) и в проверке функционирования обогрева антенны содара.

Тестировании каждого динамика АФАР должно осуществляться в следующем порядке:

8.5.1. Откройте защитный кожух антенного модуля содара в соответствии с ЭД.

8.5.2. Установите два динамика DK 10/T на любые два динамика АФАР согласно схеме в приложении 1 (в качестве примера приведена установка на динамики № 8 и 16).

8.5.3. В программном обеспечении SODAR-Control установите режим работы, при котором:

- задействована только 3-я логическая антенна;
- значение частоты излучения равно 1502 Гц;
- мощность излучаемого импульса равна 10 % (абсолютное значение равно 400).



8.5.4. Подключите оба динамика DK 10/T к осциллографу цифровому двухканальному ADS-6122H (далее – осциллографу) из состава рабочего эталона единицы частоты в диапазоне значений от 900 до 3000 Гц (далее – эталона частоты).

8.5.5. На осциллографе установите выход первого канала на 20 мВ/дел, коэффициент развертки – 50 мкс/дел.

8.5.6. Регулируя развертку, сместите сигнал, полученный от динамика 1, на середину экрана.

8.5.7. Поместите на экран сигнал от второго динамика и также отцентрируйте его.

8.5.8. Результаты тестирования считают положительными, если форма сигналов с обоих каналов осциллографа совпадает для каждого динамика АФАР.

Проверка функционирования обогрева антенны содара должна осуществляться в следующем порядке:

8.5.9. Выключить питание содара.

8.5.10. Открыть крышку блока питания и убедиться в наличии блока K2 и термостата U1, общий вид блока K2 и термостата U1 представлен на рисунке 1 в приложении 4.

8.5.11. Для проверки функционирования обогрева антенны содара:

8.5.12. Установить на термостате U1 переключатель в положение Test, как показано на рисунке 2 в приложении 4.

8.5.13. Включить питание содара.

8.5.14. При включенном питании должны загореться красные индикаторы на блоке K2 и термостате U1, как показано на рисунке 3 в приложении 4.

8.5.15. Проверить индикацию работы подогрева на крышке блока питания в соответствии с рисунком 4 в приложении 4 – лампочка должна гореть зеленым.

8.5.16. Проверить наличие напряжения 230 ± 10 В на клеммах «Antenna Heating», между клеммами «1» и «2», используя мультиметр.

8.5.17. Выключить питание содара.

8.5.18. Установить на термостате U1 переключатель в рабочее положение RUN в соответствии с рисунком 5 в приложении 4.

8.5.19. Результаты проверки функционирования обогрева антенны содара считают положительными, если в блоке питания присутствуют блок K2, термостат U1, а также при установке на термостате U1 режима TEST загорается красная индикация на блоке K1 и термостате U1, зеленая индикация на крышке блока питания Antenna Heating, на клеммах «Antenna Heating» присутствует напряжения 230 ± 10 В.

9. Подтверждение соответствия программного обеспечения

9.1 Идентификация автономного ПО «SODAR-Control» осуществляется путем проверки номера версии ПО.

9.2 На рабочем столе запустите программу ПО «SODAR-Control», вкладку «About» и в открывшемся окне проверьте соответствие номера версии ПО описанию типа.

10. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям по ИК скорости и направления воздушного потока.

10.1 Первичная и периодическая поверка осуществляется на месте эксплуатации в следующем порядке:

10.1.1. Подсоедините генератор сигналов специальной формы AWG-4124 из состава эталона частоты через устройство задержки сигналов УЗС (далее – устройство УЗС) к интерфейсному модулю содара.

10.1.2. На устройстве УЗС установите время задержки, соответствующее определенной высоте измерений.

10.1.3. Установите начальные параметры измерений на содаре: значение частоты, равное 1502 Гц, разрешение по высоте – 10 м

10.1.4. Задавайте на обоих каналах генератора сигналы с одинаковой частотой. Значения частот и соответствующие им значения горизонтальной скорости и направления воздушного потока приведены в таблице 1 в приложении 2.

10.1.5. Фиксируйте показания горизонтальной скорости и направления воздушного потока на экране ноутбука при помощи ПО «SODAR-Control».

10.1.6. Вычислите абсолютную погрешность горизонтальной скорости воздушного потока по формуле:

$$\Delta V_{г\text{ абс}} = V_{г\text{ изм}} - V_{г\text{ эт}}$$

где $V_{г\text{ изм}}$ – измеренное значение горизонтальной скорости воздушного потока, м/с;

$V_{г\text{ эт}}$ – эталонное значение горизонтальной скорости воздушного потока, м/с.

10.1.7. Вычислите относительную погрешность горизонтальной скорости воздушного потока по формуле:

$$\Delta V_{г\text{ отн}} = \frac{V_{г\text{ изм}} - V_{г\text{ эт}}}{V_{г\text{ эт}}} \cdot 100 \%$$

10.1.8. Вычислите абсолютную погрешность направления воздушного потока по формуле:

$$\Delta A = A_{\text{изм}} - A_{\text{эт}}$$

где $A_{\text{изм}}$ – измеренное значение направления воздушного потока, °;

$A_{\text{эт}}$ – эталонное значение направления воздушного потока, °.

10.1.9. Результаты определения метрологических характеристик по ИК горизонтальной скорости и направления воздушного потока содаров признают положительными при выполнении условий:

$\Delta V_{г\text{ абс}} \leq \pm 0,2$ м/с в диапазоне от 0,1 до 5 м/с включ.;

$\Delta V_{г\text{ отн}} \leq \pm 5 \%$ в диапазоне св. 5 м/с до 50 для модификации PCS.2000-24;

$\Delta V_{г\text{ отн}} \leq \pm 2 \%$ в диапазоне св. 5 м/с до 50 для модификации PCS.2000-64;

$\Delta A \leq \pm 5^\circ$

10.1.10. Для определения абсолютной погрешности вертикальной скорости воздушного потока повторите п. 10.1.4 для значений частот и соответствующих им значений вертикальной скорости воздушного, которые приведены в таблице 2 в приложении 2.

10.1.11. Фиксируйте показания вертикальной скорости воздушного потока на экране ноутбука при помощи ПО «SODAR-Control».

10.1.12. Вычислите абсолютную погрешность вертикальной скорости воздушного потока по формуле:

$$\Delta V_{в\text{ абс}} = V_{в\text{ изм}} - V_{в\text{ эт}}$$

где $V_{в\text{ изм}}$ – измеренное значение вертикальной скорости воздушного потока, м/с;

$V_{в\text{ эт}}$ – эталонное значение вертикальной скорости воздушного потока, м/с.

10.1.13. Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность измерений вертикальной скорости воздушного потока во всех точках не превышает:

$\Delta V_{в\text{ абс}} \leq \pm 0,2$ м/с

10.2 Критериями принятия поверителем решения по подтверждению соответствия средства измерений метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, является выполнение условий по п.п. 10.1.9 и 10.1.13 методики поверки.

11. Оформление результатов поверки

11.1. 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 или выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

11.2. Протокол поверки оформляется по запросу.

Приложение 1.
Пример установки динамиков ДК 10/Т на динамики АФАР



Приложение 2.

Таблица 1

Таблица соответствия между частотами, задаваемыми генератором сигналов, и горизонтальной скоростью и направлением воздушного потока.

Частота, Гц	Горизонтальная скорость воздушного потока, м/с	Направление воздушного потока, °
1388,7	47,06	225
1421,0	33,84	225
1453,3	20,92	225
1485,6	8,27	225
1496,3	4,14	225
1517,9	4,11	45
1528,6	8,15	45
1560,9	20,18	45
1604,0	35,85	45
1636,3	47,31	45

Таблица 2

Таблица соответствия частот, задаваемых генератором сигналов, и вертикальную скорость воздушного потока.

Частота, Гц	Вертикальная скорость воздушного потока, м/с
1417,0	-9,59
1427,0	-8,71
1437,0	-7,53
1447,0	-6,35
1457,0	-5,18
1467,0	-4,01
1477,0	-2,86
1487,0	-1,71
1497,0	-0,57
1502,0	0,00
1507,0	0,57
1517,0	1,69
1527,0	2,81
1537,0	3,92
1547,0	5,02
1557,0	6,12
1567,0	7,21
1577,0	8,29
1587,0	9,37

Приложение 3 (рекомендуемое)

Форма протокола поверки

Содар PCS.2000, модификация _____, заводской номер _____

Условия поверки:

Температура воздуха _____ °С; Относительная влажность воздуха _____ %;

Атмосферное давление _____ гПа.

Наименования документа на поверку: _____

Средства поверки: _____

Результаты поверки

1. Внешний осмотр

1.1. Результат внешнего осмотра _____

1.2. Выводы _____

2. Опробование

2.1. Тестирование:

2.1.1. Результат тестирования _____

2.2. Проверка работы системы обогрева:

2.2.1. Результат проверки работы системы обогрева _____

2.3 Выводы _____

3. Определение абсолютной погрешности измерений горизонтальной скорости воздушного потока

Значения скорости воздушного потока эталонные, м/с	Значения скорости воздушного потока измеренные, м/с	Абсолютная погрешность измерений скорости воздушного потока, м/с	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений скорости воздушного потока, м/с

4. Определение относительной погрешности измерений горизонтальной скорости воздушного потока

Значения скорости воздушного потока эталонные, м/с	Значения скорости воздушного потока измеренные, м/с	Относительная погрешность измерений скорости воздушного потока, %	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений скорости воздушного потока, %

4а. Определение абсолютной погрешности измерений вертикальной скорости воздушного потока

Значения скорости воздушного потока эталонные, м/с	Значения скорости воздушного потока измеренные, м/с	Абсолютная погрешность измерений скорости воздушного потока, м/с	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений скорости воздушного потока, м/с

5. Определение абсолютной погрешности измерений направления воздушного потока

Значения направления воздушного потока эталонные, °	Значения направления воздушного потока измеренные, °	Абсолютная погрешность измерений направления воздушного потока, °	Пределы допускаемой абсолютной погрешности направления воздушного потока, °

6. Выводы _____

На основании полученных результатов датчик содар PCS.2000-__ признается: _____

Поверитель _____

Подпись

ФИО

Дата поверки «__» _____ 20__ года.

Приложение 4 (Справочное)

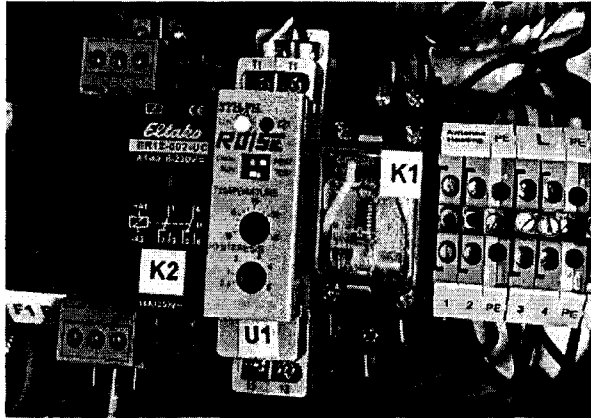


Рисунок 1 – Общий вид блока K2 и термостата U1

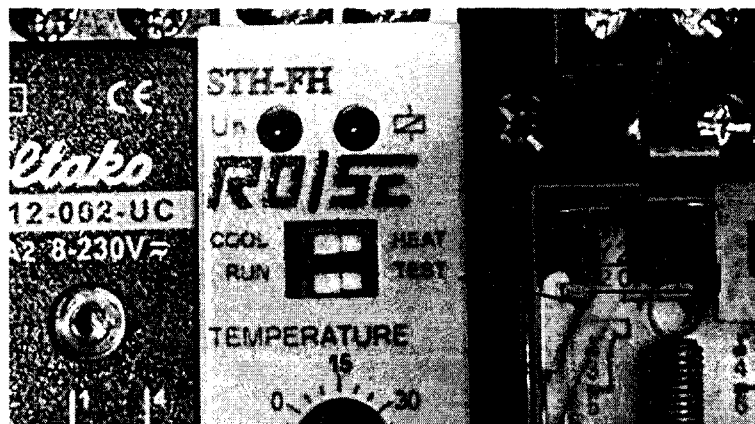


Рисунок 2 – Переключатель в положение Test

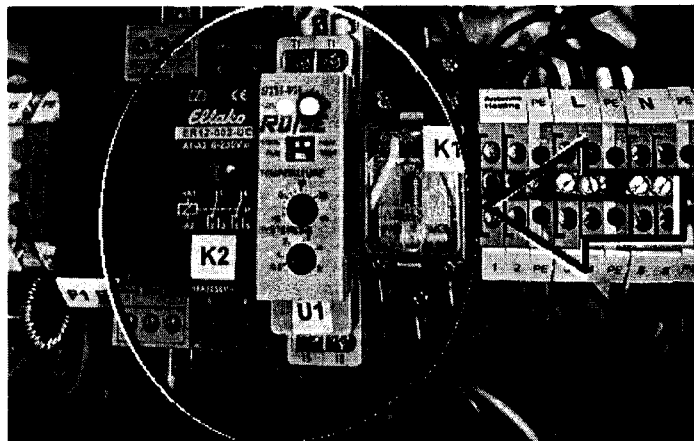


Рисунок 3 – Включенные красные индикаторы на блоке K2 и термостате U1

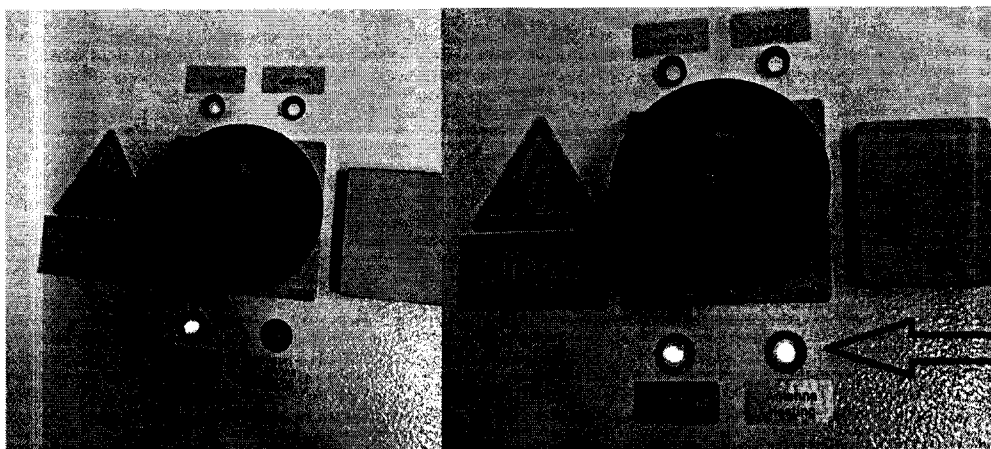


Рисунок 4 – Три зеленые индикации: Питание БП антенны содара .
Три зеленые индикации + Antenna Heating – питание БП антенны содара +обогрев включен.

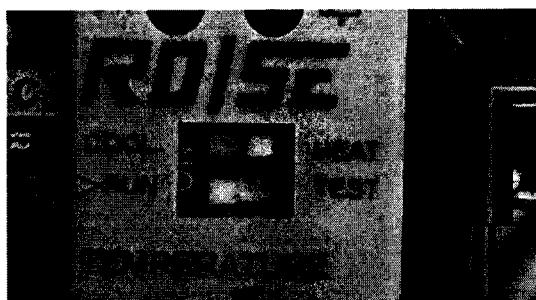


Рисунок 5 - Переключатель в рабочем положении RUN