



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ – РОСТЕСТ»  
(ФБУ «НИЦ ПМ – РОСТЕСТ»)**

**СОГЛАСОВАНО**

Заместитель генерального директора  
ФБУ «НИЦ ПМ-Ростест»

С.А. Денисенко



2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**Датчики давления и температуры пластового флюида для систем  
подводной добычи ДДТ**

РТ-МП-1669-207-2025

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

г. Москва  
2025 г.

## Общие положения

Настоящая методика распространяется на Датчики давления и температуры пластового флюида для систем подводной добычи ДДТ (далее по тексту – датчики, средство измерений, СИ или приборы), изготавливаемые АО «НПП «Радар ммс», г. Санкт-Петербург, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений (в части канала измерений температуры) используется метод непосредственного сличения с эталонным термометром в жидкостных термостатах (криостатах) и в камерах тепла-холода.

При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений (в части канала измерений абсолютного давления) используется метод непосредственного сличения с эталонным давлением.

В целях обеспечения прослеживаемости поверяемых приборов к государственным первичным эталонам единиц величин необходимо соблюдать требования настоящей методики поверки.

Прослеживаемость поверяемых приборов к Государственным первичным эталонам ГЭТ 34-2020 «Государственный первичный эталон единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С», ГЭТ 35-2021 «Государственный первичный эталон единицы температуры - кельвина в диапазоне от 0,3 до 273,16 К» обеспечена применением эталонов, соответствующих требованиям Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры, утверждённой приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19 ноября 2024 г. № 2712.

Прослеживаемость поверяемых приборов к Государственному первичному эталону ГЭТ 101-2025 «ГПЭ единицы давления для области абсолютного давления в диапазоне  $1 \cdot 10^{-2}$  -  $1 \cdot 10^8$  Па» обеспечена применением эталонов, соответствующих требованиям Государственной поверочной схемы для средств измерений абсолютного давления в диапазоне  $1 \cdot 10^{-2}$  -  $1 \cdot 10^8$  Па, утверждённой Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 05.12.2025 г. № 2667.

Прослеживаемость поверяемых приборов к Государственному первичному эталону ГЭТ 23-2010 «Государственный первичный эталон единицы давления – паскаля» обеспечена применением эталонов, соответствующих требованиям Государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа, утверждённой приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20 октября 2022 г. № 2653.

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в Приложении А настоящей методики.

## 1 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 Для поверки приборов должны выполняться операции, указанные в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	6
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	7.1
Проверка герметичности системы (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	7.3
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	7.4

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	8
Определение метрологических характеристик средства измерений	Да	Да	9
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10
<p>Примечания:</p> <p>1. При получении отрицательных результатов в процессе проведения той или иной операции поверка прекращается.</p> <p>2. Методикой поверки не допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов из состава средств измерений, для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.</p>			

## 2 Требования к условиям проведения поверки

2.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха: от плюс 15 °С до плюс 25 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха не более 80 %;
- атмосферное давление: от 86,0 до 106,7 кПа.

## 3 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

3.1 Поверка СИ должна выполняться специалистами организации, аккредитованной в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений данного вида, имеющими необходимую квалификацию, ознакомленными с эксплуатационной документацией и освоившими работу с техническими средствами, используемыми при поверке.

## 4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 При проведении поверки применяют эталоны, средства измерений, испытательное и вспомогательное оборудование, указанные в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 7.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	<p>Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от +15,0 °С до +25,0 °С с абсолютной погрешностью <math>\pm 0,5</math> °С;</p> <p>Средства измерений относительной влажности окружающего воздуха до 80 % с абсолютной погрешностью не более <math>\pm 3</math> %;</p> <p>Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 86,0 кПа до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью не более <math>\pm 5</math> гПа.</p>	<p>Приборы комбинированные Testo 608-N1, Testo 608-N2, Testo 610, Testo 622, Testo 623, пер. № 53505-13;</p> <p>Измерители влажности и температуры ИВТМ-7, пер. № 71394-18;</p> <p>Измерители давления Testo 510, Testo 511, пер. № 53431-13.</p>

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 7.4 Опробование (при подготовке к поверке и опробовании) п. 9 Определение метрологических характеристик	Термометры сопротивления (платиновые), соответствующие требованиям к эталону 3 разряда по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 19.11.2024 № 2712.	Термометр сопротивления эталонный ЭТС-100, рег. № 19916-10.
	Измерители электрического сопротивления, соответствующие требованиям к эталонам 4 разряда по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3456.	Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.15, рег. № 19736-11.
	Термостаты и/или криостаты температуры с нестабильностью поддержания заданного значения температуры в полезном объеме не более 1/5 от предельно допустимой погрешности поверяемого СИ.	Термостаты жидкостные серий Т-2, Т-3 (пр-ва ООО «ИзТех»); Термостат жидкостной низкотемпературный КРИО-МТ-07 серии МАСТЕР (пр-ва ООО «ТЕРМЭКС»).
	Манометры грузопоршневые, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 и 3 разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20.10.2022 № 2653.	Манометры грузопоршневые МП-500, МП-1000, МП-1600, МП-2500, рег. № 52189-16.
	Калибраторы, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 и 3 разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20.10.2022 № 2653.	Калибраторы давления Crystal (с внешними модулями), рег.№ 64480-16.
	Барометры, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 1-го, 2-го и 3-го разряда в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 05.12.2025 № 2667.	Барометры рабочие сетевые БРС-1М, рег. № 16006-97.
	Камера тепла-холода (климатическая с нестабильностью поддержания заданного значения температуры в полезном объеме не более 1/5 от предельно допустимой погрешности поверяемого СИ.	Климатическая камера МНСВ-64CZG и др.
	Персональный компьютер с предустановленным программным обеспечением	-
	Источник питания постоянного тока с диапазоном выходного напряжения от 20 до 36 В	Источник питания постоянного тока импульсный АК ИП-1103, рег.№ 37469-08

**Примечания:**

1. Эталоны и средства измерений, применяемые в качестве эталонов, используемые при поверке, должны быть аттестованы или поверены в установленном порядке; применяемые средства измерений должны быть поверены; испытательное оборудование - аттестовано.
2. Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

## **5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки**

5.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, установленные в следующих документах:

- «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденные приказом Минэнерго РФ от 12.08.2022 г. № 811;
- требования безопасности, которые предусматривают «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТЭУ), утвержденные приказом Министерства труда России от 15.12.2020 г. № 903н;
- на эталоны и применяемые средства измерений;
- указания по технике безопасности, приведенные в РЭ на датчики.

## **6 Внешний осмотр средства измерений**

6.1 При внешнем осмотре устанавливаются:

- соответствие внешнего вида, комплектности датчиков описанию типа и эксплуатационной документации;
- наличие и четкость заводского номера и маркировки;
- отсутствие видимых дефектов, которые могут привести к ухудшению метрологических характеристик.

При оперативном устранении недостатков, замеченных при внешнем осмотре, поверка продолжается по следующим операциям.

6.2 Результат проверки положительный, если выполняются все вышеперечисленные требования.

## **7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений**

7.1 Контроль условий поверки

В помещении, где будет проходить поверка средств измерений, необходимо провести контроль условий окружающей среды – определить температуру и влажность окружающей среды, а также атмосферное давление. Климатические условия проведения поверки должны соответствовать значениям, указанным в п. 2.1 настоящей методики поверки.

7.2 Подготовка к поверке средства измерений

- изучить эксплуатационную документацию на поверяемое СИ и на применяемые средства поверки;
- выдержать поверяемое СИ не менее 2 ч в условиях, указанных в п. 2.1 настоящей методики;
- подготовить к работе поверяемое СИ и применяемые средства поверки в соответствии с эксплуатационной документацией на них.

7.3. Проверка герметичности системы

При проверке герметичности системы, предназначенной для поверки датчика, на место поверяемого прибора установить заведомо герметичный прибор или любое другое средство измерений, позволяющее заметить изменение давления на величину 0,01 %. Создать давление в системе, равное верхнему пределу измерений поверяемого прибора, после чего отключить источник давления. Если в качестве эталона применяют грузопоршневой манометр, то его колонку и пресс также отключить.

Систему считать герметичной, если после 3-х минут выдержки под давлением, равным или близким верхнему пределу измерений приборов, не наблюдается падения давления свыше 0,02 % от ВПИ в течение последующих 2 мин. При необходимости время выдержки под давлением может быть увеличено.

7.3.1 Присоединить датчик к рабочей магистрали грузопоршневого манометра. Задать с помощью грузопоршневого манометра давление среды в рабочей магистрали не ниже верхнего предела измерений, но не более 150 % от верхнего предела измерений поверяемого прибора.

7.3.2 С помощью органов управления прессы грузопоршневого манометра поддерживать не менее 3-х минут заданное значение давления для стабилизации температуры рабочей жидкости после адиабатического сжатия. При увеличении давления рабочей жидкости происходит ее разогрев в следствии внутренней энергии за счет совершенной механической

работы грузопоршневого манометра. Также свой вклад в нагрев рабочей среды вносит остаточный воздух, который при сжатии тоже нагревается. После установления заданного давления температура рабочей жидкости снижается до теплового равновесия с окружающей средой. Снижение температуры рабочей жидкости приводит к падению давления в замкнутом объеме рабочей магистрали, что требует некоторое время поддерживать заданное эталоном давление.

7.3.3 Систему считать герметичной, если после 3-х минут выдержки под давлением, выше верхнего предела измерений прибора, грузопоршневой манометр способен удерживать заданное значение давления рабочей жидкости на прибор течение последующих 2 минут без необходимости воздействия на органы управления грузопоршневого манометра. При необходимости время выдержки под давлением может быть увеличено.)

#### 7.4 Опробование

При опробовании проверяют работоспособность датчиков. Проверку работоспособности датчиков выполняют в следующей последовательности:

7.4.1 В соответствии с руководством по эксплуатации подключить датчик к источнику питания и с помощью кабеля связи (через преобразователи интерфейсов CAN – USB) к компьютеру, оснащенный специальным программным обеспечением iCan (далее по тексту - ПО).

7.4.2 В соответствии с руководством по эксплуатации открыть и запустить на компьютере специализированное ПО для просмотра и фиксации текущих показаний датчика.

7.4.3 Подключить поверяемый датчик к грузопоршневому манометру при помощи специальных трубок / шлангов.

7.4.4 Проверку работоспособности датчика по каналу измерений температуры проводят, наблюдая текущие значения температуры окружающего воздуха, измеренные датчиком с монитора ПК.

7.4.5 Проверку работоспособности датчика по каналу измерений давления проводят, изменяя давление от нижнего до верхнего предельного значения.

7.4.6 Датчик считается прошедшим процедуру опробования, если измеренные значения температуры окружающего воздуха близки к значениям температуры окружающей среды, а измеренные датчиком значения давления, изменяются соответственно изменяемому давлению.

## 8 Проверка программного обеспечения средства измерений

8.1 Проверка программного обеспечения проводится путем сличения идентификационных данных (наименования и номера версии программного обеспечения). Идентификация номера версии и идентификационного наименования ПО датчика производится при помощи специализированного ПО iCan.

8.2 Результаты проверки по данному пункту считаются положительными, если идентификационное наименование и номер версии программного обеспечения соответствуют сведениям, приведенным в таблице 8.1.

Таблица 8.1

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	DDT
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	1.00

## 9 Определение метрологических характеристик средства измерений

9.1 Определение абсолютной погрешности канала измерений давления.

9.1.1 Определение погрешности измерений абсолютного давления проводить не менее, чем в 5 (пяти) контрольных точках, примерно равномерно распределенных внутри диапазона измерений давления, включая два крайних значения. Интервал между значениями измеряемой величины не должен превышать 30 % диапазона измерений. Допускается отклонение от крайних значений, не более чем на 5 % от диапазона измерений, без превышения диапазона.

В случае применения в качестве эталона средства измерений избыточного давления, допускается принимать за номинальное значение измеряемого давления сумму показаний эталона избыточного давления и эталонного барометра, при условии, что соотношение погрешностей поверяемого прибора и суммы абсолютных погрешностей 2-х эталонов соответствует государственной поверочной схеме.

9.1.2 Поверку производят следующим образом:

- запустить работу прибора в соответствии с документацией изготовителя;
- подключить поверяемый прибор к эталону давления;
- установить связь с атмосферным давлением.

Поверка при приближении к выбранному значению давления со стороны меньших значений к большим (прямой ход):

9.1.3 Установить давление в системе равное значению первой контрольной точки, выдержать не менее 1 минуты и снять значения показаний с прибора и эталонных средств измерений. Результаты измерений занести в таблицу 9.1.

9.1.4 Плавно повысить давление в системе до значения второй контрольной точки, выдержать не менее 1 минуты, и снять значения показаний с прибора и эталонных средств измерений. Результаты измерений занести в таблицу 9.1;

9.1.5 Далее провести измерения для остальных контрольных точек. Результаты измерений занести в таблицу 9.1.

Поверка при приближении к выбранному значению давления со стороны больших значений к меньшим (обратный ход):

Перед поверкой при обратном ходе прибор выдерживают в течение 5 минут на верхнем предельном значении давления, соответствующего верхнему пределу измерений давления (отклонение, не более чем на 5 % от диапазона измерений, без превышения диапазона).

Аналогично (п.п. 9.1.3 – 9.1.5) произвести измерения значений давления по всем контрольным точкам. Результаты измерений занести в таблицу 9.1.

Таблица 9.1 - Определение абсолютной погрешности канала измерений давления

Номин. значен. измер. парам., МПа	Показания эталона (сумма эталонов) ( $P_3$ ), МПа абс.	Показания поверяемого прибора ( $P_{си}$ ), МПа		$\Delta P_{\text{макс}}$ , МПа
		Прямой ход	Обратный ход	

$\Delta P_{\text{макс}}$  – максимальное значение абсолютной погрешности  $P_{си} - P_3$  при прямом и обратном ходе

9.2 Определение абсолютной погрешности канала измерений температуры

Проверку абсолютной погрешности канала измерений температуры проводят в 4-х контрольных точках, распределенных в пределах диапазона измерений, включая нижнее и верхнее предельные значения, следующим образом:

9.2.1 Запустить работу прибора в соответствии с документацией изготовителя.

9.2.2 Измерительный зонд вместе с фланцем полностью погрузить в рабочий объем термостата (криостата), эталонный термометр погрузить на нормируемую глубину погружения.

При проведении измерений верхняя часть корпуса датчика должна находиться в тех же условиях, что и при первоначальной калибровке (настройке) датчика на предприятии-изготовителе. Данная информация должна быть приведена в паспорте на изделие.

Допускается определять абсолютную погрешность канала измерений температуры в диапазоне температуры от -10 до +40 °С в климатической камере. Для чего помещают датчик вместе с эталонным термометром в центр рабочего объема климатической камеры, при этом чувствительный элемент (ЧЭ) эталонного термометра необходимо расположить в непосредственной близости от места нахождения ЧЭ датчика.

9.2.3 Установить в термостате (в климатической камере) требуемую температурную точку;

9.2.4 После выхода термостата (климатической камеры) на заданный режим и выдержки до установления теплового равновесия между эталонным термометром, поверяемым прибором и термостатирующей средой (не менее 120-ти мин (для проверки в термостате) и не менее 180 мин (для проверки в климатической камере)) снимают показания по эталонному термометру и поверяемому прибору с экрана ПК.

*Примечание – под тепловым равновесием понимается, нагрев ДДТ до такого состояния, при котором скорость изменений показаний температуры измеренной ДДТ не должна превышать 0,05°С/мин.*

9.2.5 Полученные значения измеренных данных заносят в таблицу 9.2.

Таблица 9.2 – Определение абсолютной погрешности канала измерений температуры

$T_{зад}, °C$	$T_{уст}, °C$	$T_{изм}, °C$	$\Delta T, °C$

## 10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Результаты поверки считаются положительными, если значения полученной погрешности в каждой контрольной точке не превышает предельно допустимых значений, приведенных в описании типа в Федеральном информационном Фонде по обеспечению единства измерений.

10.2 Рассчитывают значение абсолютной погрешности канала измерений давления ( $\Delta P$ ) в каждой контрольной точки по формуле:

$$\Delta P = P_{си} - P_{э} \quad (1)$$

где,  $P_{си}$  – значение давления измеренное поверяемым датчиком, МПа;

$P_{э}$  – действительное значение давления, определенное по эталону, МПа.

10.3 Рассчитывают значение абсолютной погрешности канала измерений температуры ( $\Delta T$ , °С) в каждой контрольной точке по формуле:

$$\Delta T = T_{изм} - T_{э} \quad (2)$$

где:  $T_{изм}$  – значение температуры, измеренное поверяемым датчиком, °С;

$T_{э}$  – значение температуры, измеренное эталоном, °С.

10.4 Датчик считается выдержавшим поверку по п.п. 9.1-9.2, если полученные значения абсолютной погрешности канала измерений давления и абсолютной погрешности канала измерений температуры в каждой проверяемой точке не превышают предельно допустимых значений, приведенных в таблице А1 Приложения А.

## 11 Оформление результатов поверки

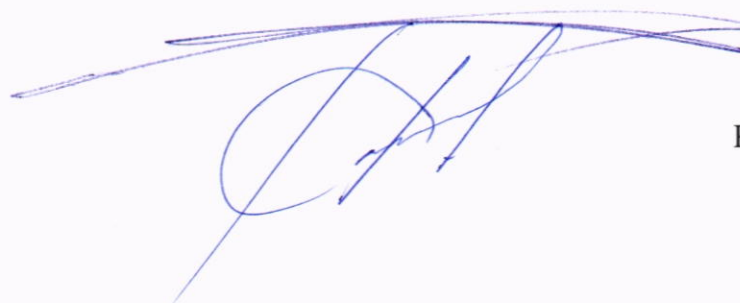
11.1 Сведения о результатах поверки модулей в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений РФ передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.2 Датчики, прошедшие поверку с положительным результатом, признаются годными и допускаются к применению. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, на средство измерений выдается свидетельство о поверке. Протокол поверки оформляется в соответствии с требованиями действующих нормативных документов и системой менеджмента качества организации-поверителя. Дополнительные требования к оформлению протокола не предъявляются.

11.3 При отрицательных результатах поверки на средство измерений по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, оформляется извещение о непригодности к применению.

Начальник отдела 207  
ФБУ «НИЦ ПМ-Ростест»

Начальник отдела 202  
ФБУ «НИЦ ПМ-Ростест»



А.А. Игнатов

Р.В. Кузьменков

Таблица А1 - Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений абсолютного давления, МПа <sup>(1)</sup>	от 0,2 до 34,5
Диапазон измерений температуры, °С (в зависимости от исполнения датчика) - ИСАТ.406231.015, ИСАТ.406231.015-01, ИСАТ.406231.015-02 - ИСАТ.406231.015-03, ИСАТ.406231.015-05 - ИСАТ.406231.015-04	от 0 до +105 от -18 до +121 от -29 до +121
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений давления, МПа	$\pm(0,069+0,014 \cdot t)^{(2)}$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, °С	$\pm(1,0+0,08 \cdot t)^{(2)}$
<sup>(1)</sup> Допускается выбор других единиц измерений давления, допущенных к применению в Российской Федерации. <sup>(2)</sup> $t$ выбирается из ряда: 0; 1...n, где n – количество полных лет с момента выпуска датчика с производства	