



ВНИИМС

Федеральное государственное
бюджетное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский
институт метрологической службы»

119361, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный
округ Очаково-Матвеевское, ул. Озерная, д. 46

Тел.: (495) 437 55 77
E-mail: Office@vniims.ru

Факс: (495) 437 56 66
www.vniims.ru

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»



А.Е. Коломин

«19» декабря 2022 г.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

**Системы модульные непрерывного внутрискважинного
мониторинга**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 202-15-2022

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика поверки распространяется на системы модульные непрерывного внутрискважинного мониторинга, изготавливаемые АО «Геооптикс», г. Екатеринбург, и устанавливает методы и средства первичной поверки (до ввода в эксплуатацию).

Системы модульные непрерывного внутрискважинного мониторинга (далее по тексту – системы) предназначены для измерений давления и температуры среды контактным способом при полном погружении в нефтяных, газоконденсатных и других скважинах, в том числе при долговременном мониторинге параметров процесса добычи нефти и газа.

Система состоит из:

- наземного модуля управления и коммуникации (далее - контроллера);
- модуля связи с датчиком точечного давления/температуры;
- одного или нескольких точечных кварцевых датчиков давления и температуры (далее – датчики давления и температуры или приборы);
- погружного внутрискважинного кабеля для измерения распределённой температуры и подключения датчика давления (далее – погружной кабель).

Поверка приборов проводится методом непосредственного сличения с эталоном давления и эталонным термометром.

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

При проведении первичной поверки должна быть установлена прослеживаемость поверяемого прибора к государственным первичным эталонам:

Государственный первичный эталон ГЭТ 23-2010 (Государственный первичный эталон единицы давления в диапазоне от 0,02 до 10 МПа) в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) от 20.10.2022 г. № 2653;

Государственный первичный эталон ГЭТ 101-2010 (Государственный первичный эталон единицы давления в диапазоне от $1 \cdot 10^{-1}$ до $7 \cdot 10^5$ Па) в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений абсолютного давления в диапазоне $1 \times 10^{-1} \div 1 \times 10^7$ Па, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) от 06.12.2019 г. № 2900;

Государственный первичный эталон ГЭТ 35-2021 (Государственный первичный эталон единицы температуры - кельвина в диапазоне от 0,3 до 273,16 К), Государственный первичный эталон ГЭТ 34-2020 (Государственный первичный эталон единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С) в соответствии с ГОСТ 8.558-2009.

1 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

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

Таблица 1.1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Проведение операции при первичной поверке	Номер пункта методики поверки
Внешний осмотр	Да	6
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	7.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	7.2
Проверка программного обеспечения (ПО)	Да	8

Наименование операции поверки	Проведение операции при первичной поверке	Номер пункта методики поверки
Определение метрологических характеристик средства измерений:	Да	9
Определение абсолютной погрешности канала измерений давления	Да	9.1
Определение абсолютной погрешности канала измерений температуры	Да	9.2
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	10
Примечания: 1. При получении отрицательных результатов в процессе проведения той или иной операции поверка прекращается. 2. Возможность проведения поверки в сокращенном диапазоне измерений не предусмотрена.		

2 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха: от плюс 15 до плюс 25 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха: от 30 до 80 %;
- атмосферное давление: от 84,0 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.).

2.2 Средства поверки, оборудование готовят в соответствии с руководствами по их эксплуатации.

2.3 Поверка системы производится с эквивалентом погружного кабеля (переходник с сопротивлением, эквивалентным 4000 м погружного кабеля).

2.4 При работе термостатов включают местную вытяжную вентиляцию.

2.5 Поверяемые приборы и используемые средства поверки должны быть защищены от вибраций, тряски, ударов, влияющих на их работу.

2.6 Операции, проводимые со средствами поверки и поверяемыми приборами должны соответствовать указаниям, приведенным в эксплуатационной документации.

2.7 Провести проверку герметичности системы. При проверке герметичности системы, предназначенной для поверки, на место поверяемого прибора установить заведомо герметичный прибор или любое другое средство измерений с погрешностью измерений не более 2,5 % от значений давления, соответствующих верхнему пределу измерений поверяемого прибора, и позволяющее зафиксировать изменение давления на величину 0,5 % от заданного значения давления. 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 8 минут выдержки под давлением, равным или близким верхнему пределу измерений датчиков давления и температуры, не наблюдается падения давления при стабилизации температуры.

3 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

3.1 Поверка приборов 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 средства измерений и вспомогательное оборудование, указанные в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Основные средства поверки

Операция 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	Средства измерений температуры окружающей среды от 15 до 25 °С с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,5$ °С; Средства измерений относительной влажности окружающего воздуха от 30 до 80 % с абсолютной погрешностью не более ± 3 %	Приборы комбинированные Testo 608-N1, Testo 608-N2, Testo 610, Testo 622, Testo 623, рег. № 53505-13
	Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 86 до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью не более ± 5 гПа	Измерители давления Testo 511, рег. № 53431-13
п. 8 Определение метрологических характеристик	Термометры сопротивления (платиновые), электронные (цифровые) термометры эталонные, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по ГПС в соответствии с ГОСТ 8.558-2009	Термометр сопротивления эталонный ЭТС-100, рег. № 19916-10 и др.
	Измерители электрического сопротивления, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456	Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.15(М), рег. № 19736-11
	Термостаты и/или криостаты жидкостные (переливного типа) с нестабильностью поддержания заданного значения температуры в полезном объеме не более 1/5 от предельно допустимой погрешности поверяемого СИ	Термостаты жидкостные серии «ТЕРМОТЕСТ», рег. № 39300-08 Термостаты переливные прецизионные ТПП-1, рег. № 33744-07
	Манометры грузопоршневые, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 1-го, 2-го, 3-го разрядов в соответствии с ГПС, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20.10.2022 г. № 2653	Манометры грузопоршневые МП-1000, МП-2500 и др., рег. № 52189-16
	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 06 декабря 2019 г. № 2900	Барометры рабочие сетевые БРС-1М и др., рег. № 16006-97

Операция поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	-	Персональный компьютер предустановленным программным обеспечением
<p>Примечания:</p> <p>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.</p> <p>2. Допускается применение других средств поверки, разрешенных к применению в Российской Федерации, и обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.</p>		

5 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки необходимо соблюдать:

- ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности;
- требования безопасности, которые предусматривают «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТЭУ)» (Приказ от 15 декабря 2020 года № 903н);
- требования разделов «Указания мер безопасности» эксплуатационной документации на применяемые эталонные средства измерений и средства поверки;
- требования мер безопасности, указанные в эксплуатационной документации на поверяемое СИ.

6 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

6.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие поверяемой системы:

- соответствие внешнего вида, комплектности приборов технической и эксплуатационной документации;
- наличие заводского номера;
- наличие и четкость маркировки;
- отсутствие механических повреждений и дефектов покрытия, влияющих на работоспособность приборов.

6.2 Системы, не отвечающие вышеперечисленным требованиям, дальнейшей поверке не подлежат.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Перед проведением поверки системы выполняют следующие подготовительные работы:

- выдерживают датчик давления и температуры из состава поверяемой системы не менее 0,5 ч при включённом питании, если иное не указано в технической документации;
- с помощью погружного кабеля подключают датчик давления и температуры к контроллеру в соответствии с руководством по эксплуатации, все полученные показания измерений датчика давления и температуры отображаются на дисплее контроллера;
- проверяют на герметичность систему, состоящую из соединительных линий для передачи давления, эталонов и вспомогательных средств для задания и передачи измеряемой величины. При проверке герметичности системы, предназначенной для поверки датчиков давления и температуры, на место поверяемого датчика давления и температуры установить заведомо герметичный датчик давления и температуры или любое другое средство измерений с погрешностью измерений не более 2,5 % от значений давления, соответствующих верхнему

пределу измерений поверяемого датчика давления и температуры, и позволяющее зафиксировать изменение давления на величину 0,5 % от заданного значения давления. Создать давление в системе равное верхнему пределу измерений поверяемого датчика давления и температуры, после чего отключить источник давления. Если в качестве эталона применяют грузопоршневой манометр, то его колонку и пресс также отключить. Систему считать герметичной, если после 8 минут выдержки под давлением, равным или близким верхнему пределу измерений датчиков давления и температуры, не наблюдается падения давления при стабилизации температуры.

7.2 При опробовании проверяют работоспособность датчика давления и температуры: на экране ПК (дисплее контроллера) должны отображаться текущие показания давления и температуры.

8 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Проверка системы проводится в форме подтверждения соответствия тому ПО, которое было документировано (внесено в базу данных) при испытаниях в целях утверждения типа. Процедура соответствия сводится к сравнению идентификационных данных ПО системы с данными, которые были внесены в описание типа.

8.2 Система считается поверенной, если идентификационные данные совпадают с данными, указанными в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Идентификационные данные встроенного ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Geoptics
Номер версии (идентификационный номер) ПО ⁽¹⁾	2.3
Цифровой идентификатор ПО	-
Примечание: ⁽¹⁾ – и более поздние версии.	

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Определение абсолютной погрешности канала измерений давления.

9.1.1 Определение абсолютной погрешности датчика давления и температуры проводят с использованием эталонов абсолютного и избыточного давления.

9.1.2 Расчет абсолютной погрешности канала измерений давления проводят не менее, чем в 5 контрольных точках, равномерно распределенных по всему диапазону измерений, включая нижний и верхний пределы измерений. Первую точку устанавливают присоединением поверяемого прибора к атмосферному давлению. Допускается устанавливать последнюю контрольную точку в пределах от 90 до 100 % верхнего предела измерений.

Измеряемое значение давления каждой точки поверки рассчитывается путем суммирования показаний эталона абсолютного давления (барометр) и эталона избыточного давления.

9.1.3 Интервал между значениями измеряемой величины не должен превышать 25 % диапазона измерений и не быть менее 15 % диапазона измерений.

9.1.4 Датчик давления и температуры подключить к эталону избыточного давления согласно документации.

9.1.5 Установить давление в системе равное первой точке.

9.1.6 Снять показания с датчика давления и температуры и эталонов при приближении к контрольной точке со стороны меньших значений (при прямом ходе - ПХ) и со стороны больших значений (при обратном ходе - ОХ).

Перед проверкой при обратном ходе датчик давления и температуры выдерживают в течение 5 минут при значении, соответствующем верхнему пределу измерений давления.

9.1.7 Аналогично произвести измерения давления для остальных контрольных точек.

9.1.8 Результаты измерений заносят в таблицу 9.1.

Таблица 9.1 – Определение абсолютной погрешности канала измерений давления

Номинальное значение измеряемого параметра ($P_{эм}$), МПа (абс.)	Показания датчика давления и температуры поверяемой системы ($P_{изм}$), МПа		Максимальное значение абсолютной погрешности (ΔP_{max}), МПа
	ПХ	ОХ	

9.2 Определение абсолютной погрешности канала измерений температуры.

Проверку абсолютной погрешности канала измерений температуры поверяемой системы проводят в 5-ти контрольных точках, равномерно распределенных в диапазоне измерений, включая нижний и верхний пределы, следующим образом:

9.2.1 Запустить работу поверяемой системы в соответствии с пп. 7.1 и 7.2 настоящей методики.

9.2.2 Датчик давления и температуры поверяемой системы поместить в рабочий объем термостата на максимально возможную глубину (но не менее 30-50 мм от дна), эталонный термометр погрузить на глубину, соответствующую месту расположения термочувствительного элемента датчика, но не менее нормируемой глубины погружения. При этом, выступающая часть датчика давления и температуры должна быть теплоизолирована для минимизации эффекта влияния теплоотвода по корпусу самого датчика.

9.2.3 Установить в термостате первую температурную точку.

9.2.4 После выхода термостата на заданный режим и выдержки до установления теплового равновесия между эталонным термометром, датчиком давления и температуры поверяемой системы и термостатирующей средой (не менее 60-ти мин), выполнить отсчеты показаний по эталонному термометру ($T_{эм}$) и системы ($T_{изм}$) с экрана ПК (дисплей контроллера) в течение 5 мин., далее вычислить средние арифметические значения полученных данных.

9.2.5 Повторить операции по п.п. 9.2.3-9.2.4 для остальных поверяемых точек.

9.2.6 Полученные значения измеренных данных заносят в таблицу 9.2.

Таблица 9.2 – Определение абсолютной погрешности канала измерений температуры

$T_{зад}, ^\circ\text{C}$	$T_{изм}, ^\circ\text{C}$	$T_{эм}, ^\circ\text{C}$	$\Delta T, ^\circ\text{C}$

10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Рассчитывают значение абсолютной погрешности канала измерений давления в каждой контрольной точке по формуле (1):

$$\Delta p = P_{\text{изм}} - P_{\text{эт}} \quad (1)$$

где: $P_{\text{изм}}$ – значение давления, измеренного поверяемым средством измерений, МПа;
 $P_{\text{эт}}$ – значение давления, измеренного эталоном (сумма эталонов), МПа.

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 температуры в каждой контрольной точке по формуле (2):

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

где: $T_{\text{изм}}$ – значение температуры, измеренное поверяемым средством измерений, °С;
 $T_{\text{эт}}$ – значение температуры, измеренное эталоном, °С.

10.3 Система считается выдержавшей поверку, если полученные значения абсолютной погрешности в каждой проверяемой точке не превышают предельно допустимых значений, приведенных в описании типа в Федеральном информационном Фонде по обеспечению единства измерений.

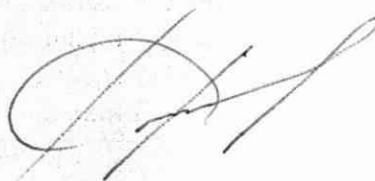
11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

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

11.2 Системы, 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.

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.

Заместитель начальника отдела 202
ФГБУ «ВНИИМС»



Р.В. Кузьменков

Начальник отдела 207
ФГБУ «ВНИИМС»

А.А. Игнатов