

СОГЛАСОВАНО
Главный метролог
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»



Лапшинов В. А.

«22» августа 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Преобразователи температуры измерительные ТМТ85

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-962-2025

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на преобразователи температуры измерительные ТМТ85 (далее – ИП или преобразователи, поверяемые СИ) и устанавливает процедуру первичной и периодической поверки преобразователей.

Первичной поверке подлежит каждый экземпляр ИП.

Периодической поверке подлежит каждый эксплуатируемый экземпляр через установленные межповерочные интервалы, а также экземпляры, повторно вводимые в эксплуатацию после:

- длительного хранения;
- изменения конфигурации (типа входного сигнала, типа нормативной статической характеристики (далее – НСХ) и (или) диапазонов измерений).

При этом диапазоны измерений должны находиться в пределах нижней и верхней границ, указанных в таблице А.1 приложения А, а разница между этими границами должна быть не менее минимального допустимого значения. Фактические значения типа входного сигнала (или типа НСХ) и диапазонов измерений, установленные для применения, приведены в паспорте конкретного экземпляра ИП.

1.2 Назначение средства измерений: преобразователи предназначены для измерений и преобразований сигналов первичных измерительных преобразователей (термопреобразователей сопротивления (далее – ТС), преобразователей термоэлектрических (далее – ТП) и устройств, имеющих на выходе сигналы в виде изменения электрического сопротивления и электрического напряжения постоянного тока), в цифровые значения температуры, электрического сопротивления или напряжения постоянного тока с последующей передачей результатов измерений по проводным промышленным сетям.

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

1.4 Реализация данной методики обеспечивает метрологическую прослеживаемость преобразователей к следующим Государственным первичным эталонам:

- Государственному первичному эталону единицы электрического сопротивления (ГЭТ 14-2014) в соответствии с Государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 г. № 3456 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока»;
- Государственному первичному эталону единицы электрического напряжения (ГЭТ 13-2023) в соответствии с Государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 июля 2023 г. № 1520 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы».

1.5 Метрологические характеристики преобразователей определяют методом прямых измерений или методом непосредственного сличения с основным средством поверки.

2 Перечень операций поверки

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Т а б л и ц а 1 – Перечень операций поверки.

Наименование операции	Обязательность выполнения операции поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция 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 (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.2
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10
Оформление результатов поверки	Да	Да	11

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки преобразователей должны соблюдаться условия:

- температура окружающей среды от плюс 20 °С до плюс 25 °С;
- относительная влажность воздуха от 30 % до 80 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа.

3.2 Рабочий диапазон напряжения питания постоянного тока от 9 до 32 В.

Стандартное (базовое) напряжение питания постоянного тока 24 В.

3.3 Перед проведением поверки поверяемые ИП и средства поверки должны быть выдержаны в месте проведения поверки не менее 1 часа при постоянной температуре в условиях, приведенных в п. 3.1.

П р и м е ч а н и я

1. При проведении поверки внешние условия должны соответствовать требованиям, приведенным в эксплуатационной документации на средства поверки (эталон).
2. Допускается сокращение времени выдержки до 15 минут при условии, что преобразователи до начала поверки находились с эталонами в одном помещении, удовлетворяющем условиям проведения поверки.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки преобразователей допускаются специалисты организации, аккредитованной в установленном порядке на право проведения поверки средств измерений данного вида, имеющие необходимую квалификацию и опыт, ознакомленные с настоящей методикой, эксплуатационной документацией (далее – ЭД) на поверяемые СИ и применяемые средства поверки, прошедшие инструктаж по технике безопасности. Для проведения поверки достаточно одного поверителя.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки необходимо применять основные и вспомогательные средства поверки, указанные в таблице 2.

Т а б л и ц а 2 – Сведения о средствах поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки	Пример возможного средства поверки с указанием наименования, заводского обозначения, а при наличии – обозначения типа, модификации
1	2	3
Основные средства поверки		
<p>8.2 Опробование</p> <p>10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям</p>	<p>Рабочие эталоны единицы постоянного электрического напряжения 3-го разряда или выше в соответствии с Государственной поверочной схемой (далее – ГПС), утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (далее – Росстандарт) от 28 июля 2023 г. № 1520.</p> <p>Формирование (воспроизведение) напряжения постоянного тока в диапазоне от –20 мВ до +100 мВ.</p> <p>Рабочие эталоны единицы электрического сопротивления 4-го разряда или выше в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456.</p> <p>Формирование (воспроизведение) электрического сопротивления в диапазоне от 1 до 2000 Ом.</p>	<p>Калибратор-измеритель унифицированных сигналов эталонный ЭЛЕМЕР-ИКСУ-3000, рег. № 85582-22</p> <p>Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6, рег. № 52489-13</p> <p>Калибратор многофункциональный Fluke 5522A, рег. № 70345-18</p> <p>Мера электрического сопротивления постоянного тока многозначная ПрофКиП MC3070, рег. № 80584-20</p>
Вспомогательные средства поверки (оборудование)		
<p>8.1 Контроль условий проведения поверки</p>	<p>Средства измерений параметров окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> – температуры в диапазоне от плюс 20 °С до плюс 25 °С, с пределом допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,3$ °С; – относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 %, с пределом допускаемой абсолютной погрешности ± 3 %; – атмосферного давления в диапазоне от 84,0 до 106,7 кПа, с пределом допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,5$ кПа. 	<p>Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 М 5Д, рег. № 71394-18</p> <p>Барометр образцовый переносной БОП-1М, мод. БОП-1М-3, рег. № 26469-17</p>

Продолжение таблицы 2

1	2	3
Вспомогательные средства поверки (оборудование)		
<p>8.2 Опробование</p> <p>9 Проверка программного обеспечения (далее – ПО) средства измерений</p> <p>10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям</p>	<p>Источники питания постоянного тока</p> <p>Выходное напряжение питания постоянного тока в пределах от 9 до 32 В.</p>	<p>Источник питания постоянного тока</p> <p>GPR-76030D, рег. № 55898-13</p>
		<p>Преобразователи интерфейсов FOUNDATION Fieldbus PROFIBUS PA/DP, модули PCI-карты:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Siemens CP 5611 (для цифрового протокола PROFIBUS PA/DP); – Siemens SIMATIC NET CP 1616 (для цифрового протокола FOUNDATION Fieldbus)
	<p>Программно-аппаратный комплекс для диагностики, считывания данных и визуализации измерений с поверяемых ИП, поддерживающий цифровые протоколы связи FOUNDATION Fieldbus и PROFIBUS PA для промышленных сетей.</p>	<p>Персональный компьютер (далее – ПЭВМ) под управлением операционной системы Windows (версии 2000/XP/Vista/7/8/10) с наличием коммуникационных интерфейсов для подключения преобразователя интерфейса (USB/COM-порт/Ethernet/ слоты расширения PCI)</p> <p>Технические требования к компьютеру определяются минимальными системными требованиями выбранной версии ОС Windows</p> <p>Внешнее программное обеспечение для операционной системы Windows: «FieldCare», «SIMATIC PDM», «PACTware» (с DTM-модулями)</p>
	<p>Портативное устройство для диагностики, считывания данных и визуализации измерений с поверяемых ИП, поддерживающее цифровые протоколы связи FOUNDATION Fieldbus и PROFIBUS PA для промышленных сетей.</p>	<p>Коммуникатор ConST326</p>
<p>Соединительные провода из меди, изготовленные в соответствии с требованиями ГОСТ 22666-2016, предназначенные для электрического соединения с поверяемыми СИ.</p>		

Окончание таблицы 2

1	2	3
Вспомогательные средства поверки (оборудование)		
10.7 Определение метрологических характеристик при преобразовании сигналов преобразователей термоэлектрических в значение температуры	Средства измерений температуры от минус 10 °С до плюс 10 °С с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,05$ °С.	Термометр лабораторный электронный ЛТ-300, рег. № 61806-15
	Средства термостатирования, обеспечивающие поддержание температуры в диапазоне от минус 10 °С до плюс 10 °С.	Термостат переливной прецизионный ТПП-1, рег. № 33744-07 Сосуд Дьюара СДСТ-35М
	Средства изоляции соединений проводов (диэлектрические гильзы, например, стеклянные пробирки), обеспечивающие электроизоляцию и механическую защиту контактных соединений. Внутренний диаметр средств должен обеспечивать плотную посадку на место соединения проводов и возможность заполнения теплопроводящим изоляционным материалом.	
	Удлинительные компенсационные провода для преобразователей термоэлектрических (термопар) типов и НСХ, указанных в ГОСТ Р 8.585-2001.	

Примечания

- Пределы допускаемой абсолютной погрешности для применяемых эталонов выбираются из соотношения: $D_m / D_{эт} \geq 3$, где D_m и $D_{эт}$ – пределы допускаемой абсолютной погрешности поверяемого преобразователя и эталона соответственно (для выбранного типа НСХ и диапазона измерений).
- 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.
- Допускается использовать при поверке других средств поверки, разрешенных к применению в Российской Федерации (внесенных в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений) и обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.
- Для взаимодействия с преобразователями в целях поверки может применяться любое внешнее программное обеспечение с поддержкой протоколов FOUNDATION Fieldbus или PROFIBUS PA, которое должно обеспечивать визуализацию измерительных данных, их диагностику и настройку неметрологических параметров, при этом доступ к исполняемому метрологически значимому коду программы полностью закрыт архитектурой самих протоколов связи и встроенным ПО преобразователей, а взаимодействие должно осуществляться в режиме чтения.
- Допускается применение иных портативных устройств, поддерживающих коммуникацию с преобразователями по протоколам FOUNDATION Fieldbus и PROFIBUS PA для обмена данными, диагностики, считывания и визуализации результатов измерений.

6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 Все операции поверки, предусмотренные настоящей методикой поверки, экологически безопасны. При их выполнении проведение специальных защитных мероприятий по охране окружающей среды не требуется.

6.2 При проведении поверки должны соблюдаться требования безопасности, установленные в ЭД на поверяемые ИП и применяемые средства поверки, а также общие правила безопасной работы со средствами измерений.

6.3 Монтаж электрических соединений проводится в соответствии с ЭД на применяемые средства поверки и поверяемые СИ.

6.4 Работы по соединению устройств должны выполняться до подключения к сети питания.

Во избежание несчастного случая и для предупреждения повреждения средств поверки и преобразователей необходимо обеспечить выполнение следующих требований:

- присоединения средств поверки и преобразователей следует выполнять при отключенных входах и выходах (отсутствии напряжения на разъемах);
- запрещается работать со средствами поверки и преобразователями в условиях температуры и влажности, выходящих за допустимые значения, а также при наличии в воздухе взрывоопасных веществ;
- запрещается работать со средствами поверки и преобразователями в случае обнаружения их повреждения.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 Осмотр проводят визуально.

7.2 При внешнем осмотре устанавливают соответствие ИП следующим требованиям:

- внешний вид преобразователей должен соответствовать описанию типа и данным в ЭД на ИП;
- комплектность преобразователей должна соответствовать требованиям ЭД на ИП;
- преобразователи не должны иметь механических повреждений и дефектов, которые могут оказать влияние на их метрологические и технические характеристики, а также на безопасность персонала или препятствовать проведению поверки;
- контакты разъемов и соединений должны быть чистыми, без повреждений и коррозии;
- идентификационная информация и заводской номер ИП, нанесенные на корпус, должны быть четкими, легко читаемыми и соответствовать данным, указанным в ЭД.

7.3 Результат внешнего осмотра считают положительным, если ИП соответствует всем требованиям, изложенным в п. 7.2. В этом случае переходят к дальнейшим операциям поверки. Если ИП не соответствует хотя бы одному из требований п. 7.2, дальнейшие операции поверки не производят, ИП признают непригодным к применению. Владельца ИП уведомляют о выявленных несоответствиях и оформляют результаты в соответствии с разделом 11.

Примечание – При оперативном устранении недостатков, замеченных при внешнем осмотре ИП, поверка продолжается по дальнейшим операциям поверки.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий поверки

8.1.1 Перед проведением поверки проверяют условия в месте ее проведения с помощью средств поверки, указанных в таблице 2, на соответствие требованиям, установленным в п. 3.1.

8.1.2 Результаты контроля условий поверки должны соответствовать требованиям, установленным в п. 3.1, и регистрируются в протоколе поверки. При несоответствии условий поверку не проводят до их приведения в норму.

8.1.3 Выдерживают преобразователи в условиях температуры окружающего воздуха в месте проведения поверки в соответствии с требованиями, установленными в п. 3.3.

8.2 Опробование

При опробовании проверяют работоспособность поверяемых ИП в следующей последовательности:

8.2.1 Подготавливают и настраивают регистрирующие устройства для визуализации измеренных значений поверяемыми ИП: используют программно-аппаратный комплекс (далее – ПАК) с установленным внешним ПО на ПК, и (или) коммутатор с поддержкой соответствующего протокола связи (PROFIBUS PA, FOUNDATION Fieldbus). Проверяют работоспособность ПАК, внешнего ПО (например, путем тестового подключения к заведомо исправному ИП или в соответствии с ЭД на ПАК) и убеждаются в правильности настройки параметров связи в соответствии с ЭД (скорость обмена, адресация и т.п.).

8.2.2 Подготавливают средства поверки: настраивают в соответствии с ЭД и убеждаются в исправности эталонов (мер сопротивления, калибраторов), вспомогательного оборудования и источника питания.

8.2.3 Подключают электрические проводники: соединяют их с соответствующими клеммами поверяемых ИП, средств поверки и регистрирующих устройств (ПАК и (или) коммутатор) в соответствии со схемой подключения, приведенной в ЭД, контролируя надежность контактов, фиксацию разъемов и целостность соединений.

8.2.4 Запускают и проверяют работоспособность связи поверяемых ИП в следующей последовательности:

- подают питание (стандартное / базовое напряжение 24 В, рабочий диапазон напряжения от 9 до 32 В);
- выполняют автопоиск поверяемых ИП через внешнее ПО на ПК ПАК и (или) коммутатор и убеждаются, что они определяются в сети без ошибок в соответствии с ЭД;
- проверяют стабильность установленной связи.

8.2.5 Проверяют соответствие конфигурации поверяемых ИП паспортным данным путем считывания следующих параметров, используя пользовательский интерфейс внешнего ПО на ПК ПАК и (или) коммутатора в соответствии с их ЭД: тип входного сигнала и диапазон измерений, установленные для применения ИП. Считанные параметры сверяют с паспортными данными конкретного ИП.

8.2.6 Проверяют реакцию поверяемых ИП на изменение входных сигналов: подают произвольно изменяемые сигналы от мер сопротивления или калибраторов в пределах паспортного диапазона измерений и фиксируют, что цифровые показания во внешнем ПО на ПК ПАК / коммутаторе изменяются соответственно изменению входных сигналов, при этом сохраняется стабильность связи.

П р и м е ч а н и е – Допускается проводить опробование ИП одновременно с определением их метрологических характеристик. При этом этапы опробования (пп. 8.2.1 – 8.2.6) должны быть выполнены в полном объеме перед началом измерений для определения метрологических характеристик.

8.3 Результаты подготовки к поверке и опробования считают положительными, если:

- соблюдены требования к условиям проведения поверки согласно разделу 3 и ЭД;
- конфигурация ИП соответствует данным в паспорте;
- подтверждена работоспособность ИП с использованием пользовательского интерфейса внешнего ПО на ПК ПАК и (или) коммутатора;
- цифровые показания во внешнем ПО на ПК ПАК и (или) коммутаторе изменяются при изменении заданных входных сигналов от средств поверки, при этом сохраняется стабильность связи.

В этом случае переходят к дальнейшим операциям поверки.

Если ИП не соответствует хотя бы одному из требований п. 8.3, дальнейшие операции поверки не производят, ИП признают непригодным к применению. Владельца ИП уведомляют о выявленных несоответствиях и оформляют результаты в соответствии с разделом 11.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Проверка программного обеспечения заключается в идентификации метрологически значимой части встроенного (далее – внутреннего) ПО поверяемого преобразователя и подтверждении соответствия его идентификационного номера требованиям, установленным в описании типа на ИП.

9.2 Идентификацию внутреннего ПО проводят в следующей последовательности:

- подготавливают и настраивают оборудование для контроля данных (внешнее ПО на ПК ПАК и (или) коммуникатор) в соответствии с п. 8.2.1;
- выполняют операции по подключению, подаче питания и установлению связи с поверяемым ИП в соответствии с пп. 8.2.3 – 8.2.4;
- используя внешнее ПО на ПК ПАК и (или) коммуникатор, подключенные по соответствующему цифровому протоколу преобразователя, через их пользовательский интерфейс в соответствии с ЭД осуществляют навигацию, находят соответствующий раздел, в котором считывают идентификационные данные (номер версии) внутреннего ПО «Firmware»;
- считанные идентификационные данные (номер версии внутреннего ПО «Firmware») сравнивают со значениями, указанными в таблице 3.

9.3 Результат проверки считают положительным, если считанный идентификационный номер метрологически значимой части внутреннего ПО «Firmware» соответствует значению, указанному в таблице 3.

Т а б л и ц а 3 – Идентификационные данные внутреннего ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
	Модификация	TMT85-RN-1
Идентификационное наименование ПО	Firmware	
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже ¹⁾	02.х.х ²⁾	01.х.х ²⁾
Цифровой идентификатор ПО	отсутствует	

¹⁾ Цифровое значение «01» и «02» – идентификационный номер метрологически значимой части внутреннего ПО.
²⁾ Переменные «х» – цифровые значения от «00» до «99» и представляют собой идентификатор версии служебной части внутреннего ПО и не идентифицируют метрологически значимую часть ПО.

П р и м е ч а н и я

- 1 Значения служебной части номера версии внутреннего ПО «Firmware» не идентифицируют метрологически значимую часть ПО и при проверке не контролируются.
- 2 Наименование внутреннего ПО в интерфейсе внешнего ПО на ПК ПАК и (или) коммуникаторе может отображаться как в полной форме («Firmware»), так и в сокращенной («FW»). Использование любой из этих форм обозначения не является препятствием для проведения проверки идентификационных данных внутреннего ПО при наличии версии идентификационного номера его метрологически значимой части.

9.4 Если считанный идентификационный номер метрологически значимой части внутреннего ПО «Firmware» не соответствует значению, указанному в таблице 3, ИП признают непригодным к применению. Дальнейшие операции поверки не проводят и оформляют результаты в соответствии с разделом 11.

10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Основная погрешность измерений и преобразований входных сигналов преобразователя определяется в соответствии с операциями, изложенными в пп. 10.4 – 10.7, для соответствующих типов сигналов (электрическое сопротивление, напряжение постоянного тока) или типов НСХ в диапазонах измерений, установленных для применения преобразователей и указанных в паспорте конкретного экземпляра ИП.

10.2 Основную погрешность преобразователей определяют:

- для входных сигналов от термопреобразователей сопротивления и преобразователей термоэлектрических (НСХ) – путем сравнения значений температуры, полученных от поверяемых ИП, со значениями температуры, соответствующими заданным значениям электрического сопротивления или термоэлектродвижущей силы (далее – термо-ЭДС) преобразованных в значение температуры в соответствии с ГОСТ 6651-2009 (для термопреобразователей сопротивления) и ГОСТ Р 8.585-2001 (для преобразователей термоэлектрических (термопар));
- для входных сигналов электрического сопротивления и напряжения постоянного тока – путем сравнения значений измеряемой величины (сопротивления или напряжения), полученных от поверяемых ИП, со значениями, которые установлены и воспроизведены эталонами.

10.3 Определение погрешности проводят в пяти равномерно распределенных точках диапазона измерений:

$j_0 = A_{\min}$	[нижний предел диапазона измерений],
$j_1 = A_{\min} + 0,25 \cdot (A_{\max} - A_{\min})$	[25 % диапазона измерений],
$j_2 = A_{\min} + 0,5 \cdot (A_{\max} - A_{\min})$	[50 % диапазона измерений],
$j_3 = A_{\min} + 0,75 \cdot (A_{\max} - A_{\min})$	[75 % диапазона измерений],
$j_4 = A_{\max}$	[верхний предел диапазона измерений],

где A_{\min} и A_{\max} – соответственно нижний и верхний пределы диапазона измерений в соответствии с паспортными данными ИП.

При выборе контрольных точек $j_1 - j_3$ допускается отклонение $\pm 5\%$ от их номинальных значений, для j_0 : $+5\%$ (отклонение только в большую сторону), для j_4 : -5% (отклонение только в меньшую сторону).

Примечания

- 1 Для диапазонов измерений, в которых нормированы различные пределы допускаемой основной погрешности на граничных участках, помимо точек по п. 10.3, необходимо проверить погрешность в точке, сдвинутой на 1°C относительно границы перехода в поддиапазон с более строгим (меньшим) значением пределов допускаемой погрешности.
- 2 По требованию заказчика допускается определять погрешность в дополнительных контрольных точках, помимо указанных в п. 10.3, лежащих внутри диапазона измерений, при условии соблюдения допуска отклонения $\pm 5\%$ от их номинальных значений.

10.4 Определение метрологических характеристик при измерении электрического сопротивления постоянного тока и подтверждение соответствия метрологическим требованиям

10.4.1 Выполняют операции по пп. 8.2.1 – 8.2.6.

10.4.2 Подключают многозначную меру электрического сопротивления или калибратор (с функцией генерации / воспроизведения электрических сигналов сопротивления постоянного тока) к соответствующим клеммам поверяемых ИП в соответствии с ЭД и схемой подключения, контролируя надежность контактов, фиксацию разъемов и целостность соединений.

10.4.3 Устанавливают и задают с помощью эталонного средства в режиме генерации / воспроизведения значение электрического сопротивления постоянного тока ($R_{\text{ЭД},\Omega}$, Ом), соответствующее первой контрольной точке (п. 10.3).

10.4.4 После стабилизации показаний поверяемых ИП регистрируют полученное по цифровому сигналу измеренное значение электрического сопротивления постоянного тока ($R_{\text{ЦФ},\Omega}$, Ом), используя пользовательский интерфейс внешнего ПО на ПК ПАК и (или) коммуникатора, в соответствии с ЭД на них.

10.4.5 Последовательно устанавливают на эталонном средстве и воспроизводят на поверяемое ИП значения электрического сопротивления постоянного тока для остальных контрольных точек диапазона измерений (п. 10.3), повторяя операции пп. 10.4.3 – 10.4.4.

10.4.6 Основную абсолютную погрешность измерения сопротивления постоянного тока поверяемых ИП (Δ_{Ω} , Ом) в каждой контрольной точке вычисляют по формуле (1).

$$\Delta_{\Omega} = R_{Цj\Omega} - R_{Эj\Omega} \quad (1)$$

где

$R_{Цj\Omega}$ – значение сопротивления, полученное от поверяемого ИП в j -ой контрольной точке, Ом;

$R_{Эj\Omega}$ – значение сопротивления, заданное эталонным средством измерений в j -ой контрольной точке, Ом.

10.4.7 Результаты поверки по п. 10.4 считают положительными, а поверяемые ИП соответствующими метрологическим требованиям, если во всех контрольных точках, определенных в соответствии с п. 10.3, абсолютная погрешность измерений электрического сопротивления постоянного тока (Δ_{Ω} , Ом) не превышает пределов допускаемой основной погрешности, установленных в таблице А.1 приложения А.

10.5 Определение метрологических характеристик при измерении электрического напряжения постоянного тока и подтверждение соответствия метрологическим требованиям

10.5.1 Выполняют операции по пп. 8.2.1 – 8.2.6.

10.5.2 Подключают калибратор (с функцией генерации / воспроизведения электрических сигналов напряжения постоянного тока) к соответствующим клеммам поверяемых ИП в соответствии с ЭД и схемой подключения, контролируя надежность контактов, фиксацию разъемов и целостность соединений.

10.5.3 Устанавливают и задают с помощью калибратора значение напряжения постоянного тока ($U_{ЭjмВ}$, мВ), соответствующее первой контрольной точке (п. 10.3).

10.5.4 После стабилизации показаний поверяемых ИП регистрируют полученное по цифровому сигналу измеренное значение напряжения постоянного тока ($U_{ЦjмВ}$, мВ), используя пользовательский интерфейс внешнего ПО на ПК ПАК и (или) коммуникатора, в соответствии с ЭД на них.

10.5.5 Последовательно устанавливают на эталонном средстве и воспроизводят на поверяемое ИП значения напряжения для остальных контрольных точек диапазона измерений (п. 10.3), повторяя операции пп. 10.5.3 – 10.5.4.

10.5.6 Основную абсолютную погрешность измерения напряжения постоянного тока поверяемых ИП ($\Delta_{мВ}$, мВ) в каждой контрольной точке вычисляют по формуле (2).

$$\Delta_{мВ} = U_{ЦjмВ} - U_{ЭjмВ} \quad (2)$$

где

$U_{ЦjмВ}$ – значение напряжения, полученное от поверяемого ИП в j -ой контрольной точке, мВ;

$U_{ЭjмВ}$ – значение напряжения, заданное эталонным средством измерений в j -ой контрольной точке, мВ.

10.5.7 Результаты поверки по п. 10.5 считают положительными, а поверяемые ИП соответствующими метрологическим требованиям, если во всех контрольных точках, определенных в соответствии с п. 10.3, абсолютная погрешность измерений электрического напряжения постоянного тока ($\Delta_{мВ}$, мВ) не превышает пределов допускаемой основной погрешности, установленных в таблице А.1 приложения А.

10.6 Определение метрологических характеристик при преобразовании сигналов термопреобразователей сопротивления в значение температуры и подтверждение соответствия метрологическим требованиям

10.6.1 Выполняют операции по пп. 8.2.1 – 8.2.6.

10.6.2 В качестве имитатора сигнала ТС используют средства поверки – многозначную меру электрического сопротивления или калибратор с функцией генерации / воспроизведения сигналов в виде электрического сопротивления постоянного тока либо в режиме генерации / моделирования нормированного электрического сигнала, соответствующего значению температуры в соответствии с типом ТС и НСХ по ГОСТ 6651-2009 (далее – имитатор сигнала ТС).

10.6.3 Подключают имитатор сигнала ТС к соответствующим клеммам поверяемых ИП в соответствии с ЭД и схемой подключения, контролируя надежность контактов, фиксацию разъемов и целостность соединений.

10.6.4 С помощью имитатора сигнала ТС устанавливают и задают на поверяемые ИП значение электрического сопротивления постоянного тока ($R_{эjТС}$, Ом), или нормированного электрического сигнала, соответствующего температуре ($t_{эjТС}$, °С), для первой контрольной точки диапазона измерений согласно п. 10.3. Соответствие между значениями сигнала электрического сопротивления для типа ТС и температуры устанавливают по НСХ в соответствии с ГОСТ 6651-2009.

10.6.5 После стабилизации показаний поверяемых ИП регистрируют полученное по цифровому сигналу измеренное значение температуры ($t_{цjТС}$, °С), используя пользовательский интерфейс внешнего ПО на ПК ПАК и (или) коммуникатора, в соответствии с ЭД на них.

10.6.6 Последовательно устанавливают на эталонном средстве и воспроизводят на поверяемые ИП значения имитирующих сигналов ТС для остальных контрольных точек диапазона измерений по п. 10.3, повторяя операции пп. 10.6.4 – 10.6.5.

10.6.7 Основную абсолютную погрешность преобразования сигналов от ТС в значение температуры для поверяемых ИП ($\Delta_{ТС}$, °С) в каждой контрольной точке вычисляют по формуле (3).

$$\Delta_{ТС} = t_{цjТС} - t_{эjТС} \quad (3)$$

где

$t_{цjТС}$ – значение температуры, полученное по цифровому сигналу в j -ой контрольной точке по показаниям поверяемых ИП, °С;

$t_{эjТС}$ – значение температуры, соответствующее установленному значению сигнала в соответствии с типом ТС и НСХ по ГОСТ 6651-2009 и воспроизведенное эталонным средством для j -ой контрольной точки, °С.

10.6.8 Результаты поверки по п. 10.6 считают положительными, а поверяемые ИП соответствующими метрологическим требованиям, если во всех контрольных точках, определенных в соответствии с п. 10.3, абсолютная погрешность преобразований сигналов ТС в значение температуры ($\Delta_{ТС}$, °С) не превышает пределов допускаемой основной погрешности, установленных в таблице А.1 приложения А.

10.7 Определение метрологических характеристик при преобразовании сигналов преобразователей термоэлектрических (термопар) в значение температуры и подтверждение соответствия метрологическим требованиям

10.7.1 Выполняют операции по пп. 8.2.1 – 8.2.6.

10.7.2 В качестве имитатора сигнала ТП используют калибратор многофункциональный с функцией генерации / воспроизведения сигналов в виде термо-ЭДС, соответствующего значению температуры в соответствии с типом ТП и НСХ по ГОСТ Р 8.585-2001 (далее – имитатор сигнала ТП).

10.7.3 Выполняют подключение вспомогательного оборудования и средств поверки к поверяемым ИП в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 1, в следующей последовательности:

- подключают удлиняющие компенсационные провода (соответствующие для типов ТП и НСХ поверяемых ИП по ГОСТ Р 8.585-2001) к соответствующим клеммам ИП по схеме подключения, приведенной ЭД, контролируя надежность контактов, фиксацию разъемов и целостность соединений;
- соединяют свободные концы компенсационных проводов с медными проводами, идущими к имитатору сигнала ТП, а места соединений (скрутки) изолируют средствами изоляции (например, стеклянными пробирками), заполненными теплопроводящим изоляционным материалом;
- помещают изолированные места соединений в изотермический блок (нулевой термостат или сосуд Дьюара со льдо-водяной смесью) контролируя температуру в изотермическом блоке термометром с пределом допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,05$ °С;
- медные провода подключают к выходным клеммам имитатора сигнала ТП;
- электрические проводники от программно-аппаратного комплекса и (или) коммуникатора, а также от источника питания подключают к соответствующим клеммам испытуемых ИП в соответствии со схемой подключения, приведенной в ЭД.

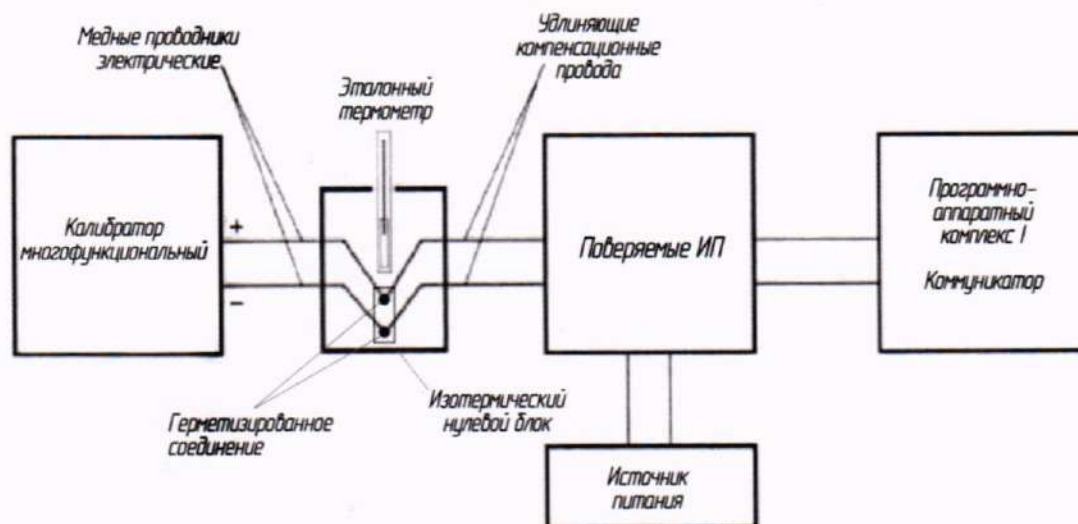


Рисунок 1 – Структурная схема рабочего места для поверки ИП при определении основной абсолютной погрешности преобразований сигналов ТП в значение температуры.

10.7.4 Подают питание на ИП и, используя пользовательский интерфейс внешнего ПО на ПК ПАК и (или) коммуникатора, в соответствии с ЭД на них, осуществляют на поверяемых ИП контроль активности (включения) функции автоматической компенсации температуры холодных спаев (далее – КХС) с последующей активацией при ее неактивном состоянии в полном соответствии с требованиями ЭД на ИП, контролируя успешность выполнения операции.

10.7.5 Используя эталонное средство (калибратор), устанавливают и воспроизводят на поверяемое ИП значение нормированного сигнала термо-ЭДС ($E_{эж\text{ТП}}$, мВ) соответствующее первой контрольной точке температуры ($t_{эж\text{ТП}}$, °С) в соответствии с п. 10.3. Соответствие между значениями сигнала термо-ЭДС для типа ТП и температуры устанавливают по НСХ в соответствии с ГОСТ Р 8.585-2001.

10.7.6 После стабилизации показаний поверяемых ИП регистрируют измеренное значение температуры ($t_{цж\text{ТП}}$, °С) по цифровому сигналу используя пользовательский интерфейс внешнего ПО на ПК ПАК и (или) коммуникатора, в соответствии с ЭД на них.

10.7.7 Последовательно устанавливают на эталонном средстве и воспроизводят на поверяемое ИП значения нормированного сигнала термо-ЭДС для остальных контрольных точек диапазона измерений по п. 10.3, повторяя операции пп. 10.7.5 – 10.7.6.

10.7.8 Основную абсолютную погрешность преобразования сигналов от ТП в значение температуры для поверяемых ИП ($\Delta_{\text{ТП}}$, °С) в каждой контрольной точке вычисляют по формуле (4).

$$\Delta_{\text{ТП}} = t_{цж\text{ТП}} - t_{эж\text{ТП}} \quad (4)$$

где

- $t_{цж\text{ТП}}$ – значение температуры, полученное по цифровому сигналу в j -ой контрольной точке по показаниям поверяемых ИП, °С;
 $t_{эж\text{ТП}}$ – значение температуры, соответствующее установленному значению термо-ЭДС в соответствии с типом ТП и НСХ по ГОСТ Р 8.585-2001 и воспроизведенное эталонным средством для j -ой контрольной точки, °С.

10.7.9 Для каждой контрольной точки рассчитывают абсолютную погрешность автоматической компенсации температуры свободных (холодных) концов термопары ($\Delta_{\text{КХС}}$, °С) по формуле (5).

$$\Delta_{\text{КХС}} = \pm(0,3 + 0,005 \cdot |t_{эж\text{ТП}}|) \quad (5)$$

где $t_{эж\text{ТП}}$ – см. формулу (4), °С;

10.7.10 Рассчитанную абсолютную погрешность ($\Delta_{\text{ТП}}$, °С) сравнивают с пределами допускаемой суммарной погрешности с учетом погрешности КХС согласно условию (6):

$$\Delta_{\text{ТП}} \leq \pm(|\Delta_j| + |\Delta_{\text{КХС}}|) \quad (6)$$

- где Δ_j – числовое значение по модулю предела допускаемой основной абсолютной погрешности преобразований сигналов от подключаемых ТП в значения температуры, указанное в таблице А.1 приложения А, °С;
 $\Delta_{\text{КХС}}$ – числовое значение по модулю абсолютной погрешности компенсации температуры свободных (холодных) концов термопары, рассчитанная по формуле (5) для j -ой контрольной точки, °С;
 $\Delta_{\text{ТП}}$ – значение основной абсолютной погрешности, рассчитанное по формуле (4) для j -ой контрольной точки, °С.

10.7.11 Результаты поверки по п. 10.7 считают положительными, а поверяемые ИП соответствующими метрологическим требованиям, если во всех контрольных точках, определенных в соответствии с п. 10.3, абсолютное значение погрешности преобразований сигналов ТП в значение температуры ($\Delta_{\text{ТП}}$, °С) не превышает суммы пределов допускаемой основной абсолютной погрешности (Δ_j , °С), установленного в таблице А.1 приложения А, и абсолютной погрешности компенсации ($\Delta_{\text{КХС}}$, °С), рассчитанной в соответствии с п. 10.7.9.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки оформляются в порядке, установленном законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений.

11.2 Результаты первичной или периодической поверки подтверждаются внесением сведений в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений (далее – ФИФ ОЕИ).

11.3 Результаты поверки оформляются протоколом. Форма протокола устанавливается организацией, осуществляющей поверку, и должна содержать сведения, предусмотренные законодательством РФ в области обеспечения единства измерений.

11.4 В случае положительных результатов первичной и (или) периодической поверки СИ признается годным к применению. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке, на которое наносится знак поверки. Конструкция СИ не предусматривает нанесение знака поверки на средство измерений.

11.5 В случае отрицательных результатов поверки средство измерений признается непригодным к применению. Сведения об отрицательных результатах передаются в ФИФ ОЕИ. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности.

Приложение А
(обязательное)

Метрологические характеристики средства измерений

Т а б л и ц а А.1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристик	Значение
<p>Диапазон измерений ¹⁾:</p> <p>– температуры ²⁾, °С:</p> <p>– обозначение типа подключаемых термопреобразователей сопротивления с НСХ ³⁾ преобразований входных сигналов, (номинальное значение температурного коэффициента (α), °С⁻¹), [дополнительное обозначение типа НСХ, принятое изготовителем]:</p> <p>– Pt100 ($\alpha = 0,00385$)</p> <p>– Pt500 ($\alpha = 0,00385$)</p> <p>– Pt1000 ($\alpha = 0,00385$)</p> <p>– 50П ($\alpha = 0,00391$) [Pt50 ($\alpha = 0,00391$)]</p> <p>– 100П ($\alpha = 0,00391$) [Pt100 ($\alpha = 0,00391$)]</p> <p>– 50М ($\alpha = 0,00428$) [Cu50 ($\alpha = 0,00428$)]</p> <p>– 100М ($\alpha = 0,00428$) [Cu100 ($\alpha = 0,00428$)]</p> <p>– обозначение типа подключаемых преобразователей термоэлектрических (термопар) с НСХ ³⁾ преобразований входных сигналов, (материалы электродов), [промышленное обозначение]:</p> <p>– К (NiCr-Ni) [ТХА]</p> <p>– J (Fe-CuNi) [ТЖК]</p> <p>– T (Cu-CuNi) [ТМК]</p> <p>– E (NiCr-CuNi) [ТХКн]</p> <p>– L (NiCr-CuNi) [ТХК]</p> <p>– N (NiCrSi-NiSi) [ТНН]</p> <p>– B (PtRh30-PtRh6) [ТПР]</p> <p>– S (PtRh10-Pt) [ТПП]</p> <p>– R (PtRh13-Pt) [ТПП]</p> <p>– электрического сопротивления постоянного тока (2-, 3-, 4-проводной омический ввод), Ом</p> <p>– электрического напряжения постоянного тока, мВ</p>	<p>от –200 до +850</p> <p>от –200 до +850</p> <p>от –200 до +250</p> <p>от –200 до +850</p> <p>от –200 до +850</p> <p>от –200 до +200</p> <p>от –200 до +200</p> <p>от –200 до +1372</p> <p>от –200 до +1200</p> <p>от –200 до +400</p> <p>от –200 до +1000</p> <p>от –200 до +800</p> <p>от –200 до +1300</p> <p>от +100 до +1820</p> <p>от –50 до +1768</p> <p>от –50 до +1768</p> <p>от 10 до 400;</p> <p>от 10 до 2000</p> <p>от –20 до +100</p>
<p>Минимальная допустимая алгебраическая разность между значениями верхнего и нижнего предела измерений:</p> <p>– температуры ²⁾, °С:</p> <p>– при подключаемых термопреобразователей сопротивления</p> <p>– при подключаемых преобразователей термоэлектрических (термопар)</p> <p>– измерений электрического сопротивления постоянного тока (2-, 3-, 4-проводной омический ввод), Ом:</p> <p>– для диапазона измерений:</p> <p>– от 10 до 400 Ом</p> <p>– от 10 до 2000 Ом</p> <p>– электрического напряжения постоянного тока, мВ</p>	<p>10</p> <p>50</p> <p>10</p> <p>100</p> <p>5</p>

Окончание таблицы А.1

Наименование характеристик	Значение
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности:	
– преобразований измеренных значений сигналов от подключаемых термопреобразователей сопротивления по НСХ ³⁾ в значения температуры, (номинальное значение температурного коэффициента (α), °C ⁻¹), [дополнительное обозначение типа НСХ, принятое изготовителем], °C:	
– Pt100 ($\alpha = 0,00385$)	±0,1
– Pt500 ($\alpha = 0,00385$)	±0,3
– Pt1000 ($\alpha = 0,00385$)	±0,2
– 50П ($\alpha = 0,00391$) [Pt50 ($\alpha = 0,00391$)]	±0,2
– 100П ($\alpha = 0,00391$) [Pt100 ($\alpha = 0,00391$)]	±0,1
– 50М ($\alpha = 0,00428$) [Cu50 ($\alpha = 0,00428$)]	±0,2
– 100М ($\alpha = 0,00428$) [Cu100 ($\alpha = 0,00428$)]	±0,1
– преобразований измеренных значений сигналов от подключаемых преобразователей термоэлектрических (термопар) по НСХ ³⁾ в значения температуры, (материалы электродов), [промышленное обозначение], °C ⁴⁾ :	
– К (NiCr-Ni) [ТХА], в диапазоне:	
– от –200 °C до –100 °C включ.	±2,0
– св. –100 °C до 0 °C включ.	±1,0
– св. 0 °C до +600 °C включ.	±0,25
– св. +600 °C до +1372 °C	±0,5
– J (Fe-CuNi) [ТЖК]	±0,25
– T (Cu-CuNi) [ТМК]	±0,25
– E (NiCr-CuNi) [ТХКн]	±0,25
– L (NiCr-CuNi) [ТХК]	±0,25
– N (NiCrSi-NiSi) [ТНН], в диапазоне:	
– от –200 °C до –100 °C включ.	±0,7
– св. –100 °C до +1300 °C	±0,5
– В (PtRh30-PtRh6) [ТПР], в диапазоне:	
– от +100 °C до +200 °C включ.	±3,0
– св. +200 °C до +300 °C включ.	±2,0
– св. +300 °C до +1820 °C	±1,0
– S (PtRh10-Pt) [ТПП]	±1,0
– R (PtRh13-Pt) [ТПП]	±1,0
– измерений электрического сопротивления постоянного тока (2-, 3-, 4-проводной омический ввод), Ом:	
– для диапазона измерений:	
– от 10 до 400 Ом	±0,04
– от 10 до 2000 Ом	±0,8
– измерений электрического напряжения постоянного тока, мВ	
¹⁾ Указан максимальный диапазон измерений. Фактический тип входного сигнала и диапазон измерений (находящийся в пределах указанных в настоящей таблице верхней и нижней границ, но с разностью между ними не менее указанного в настоящей таблице минимально допустимого значения) указываются в паспорте.	
²⁾ Диапазон измерений температуры при преобразовании входных сигналов от термопреобразователей сопротивления и преобразователей термоэлектрических (термопар).	
³⁾ Типы НСХ термопреобразователей сопротивления – по ГОСТ 6651-2009, преобразователей термоэлектрических – по ГОСТ Р 8.585-2001.	
⁴⁾ Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности преобразователей при работе с преобразователями термоэлектрическими определяются как алгебраическая сумма двух составляющих: абсолютной погрешности преобразований их сигнала в значения температуры (указанные в настоящей таблице) и погрешности автоматической компенсации температуры свободных (холодных) концов термопары, равным $\pm(0,3 + 0,005 \cdot t)$ °C, где t – измеряемое значение температуры, °C.	