

ООО «ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ ОВЕН»

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ГЦИ СИ
Зам. генерального директора
ФГУ «РОСТЕСТ МОСКВА»

« 03 » А.С. Евдокимов
2005 г.



УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ООО «ПО ОВЕН»
Д.В. Крашенинников

2005 г.

Система обеспечения единства измерений
Российской Федерации

ИЗМЕРИТЕЛИ-РЕГУЛЯТОРЫ МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ
ТРМ1, 2ТРМ0, 2ТРМ1, ТРМ10, ТРМ12

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
КУВФ. 421210.002 МП
(взамен КУВФ.920380.01 МП)

Москва
2005г.

СОДЕРЖАНИЕ

1	Введение	3
2	Основные технические характеристики	5
3	Операции поверки	7
4	Средства поверки	7
5	Требования безопасности	8
6	Условия поверки и подготовка к поверке	8
7	Проведение поверки	8
7.1	Внешний осмотр	8
7.2	Проверка электрического сопротивления изоляции	9
7.3	Опробование	10
7.4	Определение основной приведённой погрешности прибора	10
7.5	Определение основной приведённой погрешности цифроаналоговых преобразователей (ЦАП) «параметр-ток»	16
8	Оформление результатов поверки	17

1 ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика поверки (далее по тексту - методика) распространяется на измерители-регуляторы микропроцессорные 2ТРМ0, 2ТРМ1, ТРМ1, ТРМ10, ТРМ12) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Примечание. Далее по тексту вышеперечисленные измерители-регуляторы микропроцессорные могут иметь обобщенное название «приборы» или «ТРМ». При необходимости указывается модификация прибора (например, 2ТРМ1 или ТРМ10 и т.п.) и его исполнение (например, ТРМ1А – Щ1.ТС.Р и т.п.).

В настоящей методике поверки приняты следующие сокращения:

- ВУ – выходное устройство;
- НСХ – номинальная статическая характеристика преобразования;
- ПД – пропорционально-дифференциальный (регулятор);
- ПИД - пропорционально-интегрально-дифференциальный (регулятор);
- РЭ – руководство по эксплуатации;
- СИ – средство измерений;
- ТСМ – термопреобразователь сопротивления медный;
- ТСП – термопреобразователь сопротивления платиновый;
- ЦАП – цифроаналоговый преобразователь.
- ИП - встроенный источник питания.

ТРМ отличаются друг от друга количеством каналов измерений, а также отсутствием или наличием встроенных выходных устройств (ВУ), служащих для управления исполнительными механизмами в схемах автоматического регулирования, их числом и законом формирования управляющего воздействия.

2ТРМ0 – измерители микропроцессорные двухканальные без встроенных ВУ;

2ТРМ1 – измерители-регуляторы микропроцессорные двухканальные с двумя ВУ;

ТРМ1 - измерители-регуляторы микропроцессорные одноканальные с одним ВУ;

ТРМ10 – измерители-ПИД регуляторы микропроцессорные одноканальные с двумя ВУ (одно ВУ используется в качестве сигнализатора аварийного состояния объекта регулирования);

ТРМ12 – измерители-ПИД регуляторы микропроцессорные одноканальные с ВУ, предназначенными для управления исполнительными механизмами с реверсивными электроприводами (например, запорно-регулирующими клапанами).

Результаты измерений физических величин отображаются в цифровом виде на встроенном четырехразрядном цифровом индикаторе.

Приборы ТРМ выпускаются в различных исполнениях, отличающихся диапазоном напряжений питания, конструктивным исполнением, типом первичных преобразователей, а также типом встроенных ВУ.

Информация об исполнении прибора зашифрована в коде полного условного обозначения ТРМ следующим образом:

Измеритель-регулятор микропроцессорный ТРМ X - X. X. X



Примечание - Для приборов 2ТРМ0 в коде полного условного обозначения символ «Тип встроенных ВУ» отсутствует.

Символы кода модификаций расшифровываются следующим образом:

Тип прибора: 2ТРМ0, 2ТРМ1, ТРМ1, ТРМ10, ТРМ12

Диапазон напряжений питания:

А – 187...242 В переменного тока частотой 45...55 Гц;

Б – 90...245 В переменного тока частотой 47...63 Гц.

Примечания:

1 Приборы в конструктивном исполнении «Д» изготавливаются только на диапазон напряжений питания «А» (кроме модификаций ТРМ в исполнении «У» работающих от сети переменного тока напряжением 90...245 В с частотой 47...63 Гц.)

2 Для приборов ТРМ в исполнении «У» в коде полного условного обозначения символ «Диапазон напряжений питания» отсутствует.

Конструктивное исполнение:

Н - корпус для настенного крепления (габаритные размеры 130x105x65 мм);

Щ1 - корпус для щитового крепления (габаритные размеры 96x96x70 мм);

Щ2 - корпус для щитового крепления (габаритные размеры 96x48x100 мм);

Д - корпус для установки на DIN-рейку (габаритные размеры 88x72x54 мм).

Тип первичных преобразователей:

ТС – для приборов 2ТРМ0, 2ТРМ1, ТРМ1, ТРМ10, ТРМ12 работающих с термопреобразователями сопротивления с НСХ преобразования по ГОСТ 6651.

ТП - для приборов 2ТРМ0, 2ТРМ1, ТРМ1 работающих с термодатчиками: ХК(Л), ХА(К), НН(Н) и ЖК(Ж) с НСХ преобразования по ГОСТ Р 8.585.

ТП1 - для приборов ТРМ10, ТРМ12 работающих с термодатчиками: ХК(Л) и ХА(К) с НСХ преобразования по ГОСТ Р 8.585.

ТП2 - для приборов ТРМ10, ТРМ12 работающих с термодатчиками: НН(Н) и ЖК(Ж) с НСХ преобразования по ГОСТ Р 8.585.

ТПП - для приборов 2ТРМ0, 2ТРМ1, ТРМ1, ТРМ10 работающих с термодатчиками ПП(С) и ПП(Р) с НСХ преобразования по ГОСТ Р 8.585.

ТПП(С) - для приборов ТРМ12 работающих с термодатчиками ПП(С) с НСХ преобразования по ГОСТ Р 8.585.

ТПП(Р) - для приборов ТРМ12 работающих с термодатчиками НСХ ПП(Р) с НСХ преобразования по ГОСТ Р 8.5851.

АТ – для приборов 2ТРМ0, 2ТРМ1, ТРМ1, ТРМ10, ТРМ12 работающих с унифицированными сигналами постоянного тока: 0...5 мА, 0...20 мА и 4...20 мА;

АН – для приборов 2ТРМ0, 2ТРМ1, ТРМ1, ТРМ10, ТРМ12 работающих с унифицированными сигналами напряжения постоянного тока 0...1 В;

У – для приборов типа 2ТРМ0, 2ТРМ1, ТРМ1, ТРМ10, ТРМ12 с универсальными измерительными входными устройствами.

Тип встроенных ВУ:

Р – реле электромагнитные с максимальным током коммутируемым их контактами 8 А при напряжении 220 В 50 Гц и $\cos\varphi > 0,4$;

К – оптопары транзисторные структуры n-p-n типа с максимальным коммутируемым током 200 мА при напряжении не более 30 В постоянного тока;

С – оптопары симисторные с максимальным коммутируемым током 40 мА при напряжении не более 240 В;

И – цифро–аналоговый преобразователь (ЦАП) «измеренный параметр–ток 4...20 мА».

2 ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Типы применяемых первичных преобразователей, диапазоны измерения, пределы допускаемой основной приведенной погрешности и разрешающая способность с учетом модификации и конкретного исполнения приведены в таблице 1.

Таблица 1

Тип первичного преобразователя (НСХ)	Диапазон измерений	Разрешающая способность	Пределы основной приведенной погрешности
Модификации: 2ТРМ0Х-Х.ТС, 2ТРМ1Х-Х.ТС, ТРМ1Х-Х.ТС, ТРМ10Х-Х.ТС, ТРМ12Х-Х.ТС			
Термопреобразователи сопротивления *) по ГОСТ 6651-94			
ТСМ (Cu 50), $W_{100} = 1,4260$	Минус 50...+200 °С	0,1 °С	± 0,25 % или ± 0,5%
ТСМ (50М) $W_{100} = 1,4280$	Минус 50...+200 °С	0,1 °С	
ТСП (Pt 50) $W_{100} = 1,3850$	Минус 199...+650 °С	0,1 °С	
ТСП (50П) $W_{100} = 1,3910$	Минус 199...+650 °С	0,1 °С	
ТСМ (Cu 100) $W_{100} = 1,4260$	Минус 50...+200 °С	0,1 °С	
ТСМ (100М) $W_{100} = 1,4280$	Минус 50...+200 °С	0,1 °С	
ТСП (Pt 100) $W_{100} = 1,3850$	Минус 199...+650 °С	0,1 °С	
ТСП (100П) $W_{100} = 1,3910$	Минус 199...+650 °С	0,1 °С	
Модификации: 2ТРМ0Х-Х.ТП, 2ТРМ1Х-Х.ТП, ТРМ1Х-Х.ТП			
Термопары по ГОСТ Р 8.585			
ТХК (L)	Минус 50...+750 °С	0,1 °С	± 0,5 %
ТЖК (J)	Минус 50...+900 °С	0,1 °С	
ТНН (N)	Минус 50...+1300 °С	1 °С	
ТХА (K)	Минус 50...+1300 °С	1 °С	
Модификации: ТРМ10Х-Х.ТП1, ТРМ12Х-Х.ТП1			
Термопары по ГОСТ Р 8.585			
ТХК (L)	Минус 50...+750 °С	0,1 °С	± 0,5 %
ТХА (K)	Минус 50...+1300 °С	1 °С	
Модификации: ТРМ10Х-Х.ТП2, ТРМ12Х-Х.ТП2			
Термопары по ГОСТ Р 8.585			
ТЖК (J)	Минус 50...+900 °С	0,1 °С	± 0,5 %
ТНН (N)	Минус 50...+1300 °С	1 °С	
Модификации: 2ТРМ0Х-Х.ТПП, 2ТРМ1Х-Х.ТПП, ТРМ1Х-Х.ТПП, ТРМ10Х-Х.ТПП			
Термопары по ГОСТ Р 8.585			
ТПП (S)	0...+1600 °С	1 °С	± 0,5 %
ТПП (R)	0...+1600 °С	1 °С	
Модификации: ТРМ12Х-Х.ТПП(S)			
Термопары по ГОСТ Р 8.585			
ТПП (S)	0...+1600 °С	1 °С	± 0,5 %
Модификации: ТРМ12Х-Х.ТПП(R)			
Термопары по ГОСТ Р 8.585			
ТПП (R)	0...+1600 °С	1 °С	± 0,5 %
Модификации: 2ТРМ0Х-Х.АТ, 2ТРМ1Х-Х.АТ, ТРМ1Х-Х.АТ, ТРМ10Х-Х.АТ, ТРМ12Х-Х.АТ			
Датчики с выходным унифицированным сигналом постоянного тока:			
0...5 мА	0...100 %	0,1 %	± 0,5 %
0...20 мА	0...100 %	0,1 %	
4...20 мА	0...100 %	0,1 %	
Модификации: 2ТРМ0Х-Х.АН, 2ТРМ1Х-Х.АН, ТРМ1Х-Х.АН, ТРМ10Х-Х.АН, ТРМ12Х-Х.АН			
Датчики с выходным унифицированным сигналом напряжения постоянного тока:			
0...1 В	0...100 %	0,1 %	± 0,25 %

Продолжение таблицы 1

Тип первичного преобразователя (НСХ)	Диапазон измерений	Разрешающая способность	Пределы основной приведенной погрешности
Модификации: 2ТРМ0-Х.У, 2ТРМ1-Х.У, ТРМ1-Х.У, ТРМ10-Х.У, ТРМ12-Х.У			
Термопреобразователи сопротивления *) по ГОСТ 6651-94 ТСМ (Cu 50), $W_{100} = 1,4260$ ТСМ (50М) **, $W_{100} = 1,4280$ ТСП (Pt 50) **, $W_{100} = 1,3850$ ТСП (50П) **, $W_{100} = 1,3910$ ТСМ (Cu 100), $W_{100} = 1,4260$ ТСМ (100М) **, $W_{100} = 1,4280$ ТСП (Pt 100) **, $W_{100} = 1,3850$ ТСП (100П) **, $W_{100} = 1,3910$	Минус 50...+200 °С Минус 50...+200 °С Минус 200...+750 °С Минус 200...+750 °С Минус 50...+200 °С Минус 190...+200 °С Минус 200...+750 °С Минус 200...+750 °С	0,1 °С 0,1 °С 0,1 °С 0,1 °С 0,1 °С 0,1 °С 0,1 °С 0,1 °С	± 0,25 %
Термопары по ГОСТ Р 8.585 ТХК (L) ТЖК (J) ТНН (N) ТХА (K) ТПП (S) ТПП (R) ТПР (B) ТВР (A 1) ТВР (A 2) ТВР (A 3) ТМК (T)	Минус 200...+800 °С Минус 200...+1200°С Минус 200...+1300°С Минус 200...+1300°С 0...+1750°С 0...+1750°С +200...+1800°С 0...+2500°С 0...+1800°С 0...+1800°С Минус 200...+400°С	0,1 °С 1 °С 1 °С 1 °С 1 °С 1 °С 1 °С 1 °С 1 °С 1 °С 0,1 °С	± 0,5 %
Датчики с выходным унифицированным сигналом постоянного тока или выходным сигналом постоянного напряжения: 0...5 мА 0...20 мА 4...20 мА минус 50,0...+50 мВ 0...1 В	0...100 % 0...100 % 0...100 % 0...100 % 0...100 %	0,1 % 0,1 % 0,1 % 0,1 % 0,1 %	± 0,25 %
Примечания *) Допускается применение нестандартизованного термопреобразователя с $R_0 = 53$ Ом ($W_{100} = 1,4260$) и диапазоном измерений от минус 50 до +180 °С. **) От нижнего предела диапазона измерения до минус 100 °С разрешающая способность ТРМ равна 1 °С.			

Межповерочный интервал приборов - 2 года.

3 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при:	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7.1	Да	Да
Проверка электрического сопротивления изоляции	7.2	Нет	Да
Опробование	7.3	Да	Да
Определение основной приведенной погрешности	7.4	Да	Да
Определение основной приведенной погрешности цифроаналоговых преобразователей «параметр –ток» (для модификаций ТРМ с индексом «И»)	7.5	Да	Да

4 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

При проведении поверки приборов должны применяться средства измерений, указанные в таблице 3.

Таблица 3

Наименование и тип СИ	Основные технические характеристики
Компаратор напряжений Р 3003	кл. т. 0,0005
Калибратор тока П 321	осн. погрешность $\pm 0,01\%$ в диапазоне от 10^{-9} до 10А
Калибратор напряжения П320	предел 100 мВ, $\delta = \pm 0,015 \%$
Магазин сопротивлений Р4831	кл. т. $0,02/2 \cdot 10^{-6}$
Магазин сопротивлений Р3026	кл. т. 0,005
Вольтметр универсальный В7–53/1	диапазоны измерений (0...300) В, (0...1) А
Частотомер ЧЗ-35А	диапазон измерения от 10 Гц до 50 МГц, с погрешностью измерения $2 \cdot 10^{-7}$.
Мегомметр М4100/1 (U=100 В) Мегомметр М4100/3 (U= 500В)	кл. т. 1,0 диапазон измерений (0...500)МОм
Термометр ТЛ – 4	от 0 до 55°C, ц. д. 0,1°C
Термостат нулевой типа ТН-12.	Градиент температур не более 0,03 °С/м

Примечания:

1. Допускается применение других средств измерения, допущенных к применению в РФ и имеющих метрологические характеристики не хуже указанных.

2. Средства измерений должны быть исправны и поверены в соответствии с правилами по метрологии ПР50.2.006-94.

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования ГОСТ 12.3.019 - 92, «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

5.2 Любые подключения приборов ТРМ производить только при отключенном питании прибора.

Внимание! На открытых контактах клеммных колодок прибора напряжение опасное для жизни (220 В).

5.3 К выполнению измерений должны допускаться лица, изучившие РЭ на приборы ТРМ, знающие принцип действия используемых при проведении измерений средств измерений и прошедшие инструктаж по технике безопасности (первичный и на рабочем месте) в установленном в организации порядке.

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать следующие условия:

- температура окружающего воздуха $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление 84,0...106,7 кПа (630...800 мм рт. ст.);
- напряжение питающей сети $(220 \pm 11) \text{ В}$;
- частота питающей сети $(50 \pm 1) \text{ Гц}$;
- время выдержки ТРМ во включенном состоянии, не менее 20 мин.

6.2 Подготовка к поверке

6.2.1 Подготовить к работе поверяемый прибор в соответствии с указаниями, изложенными в РЭ на ТРМ.

6.2.2 Подготовить к работе средства поверки в соответствии с эксплуатационными документами на них.

6.2.3 Управление работой прибора при поверке, задание его программируемых параметров должны производиться в соответствии с указаниями РЭ на прибор.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При проведении внешнего осмотра должно быть проверено соответствие ТРМ следующим требованиям:

- ТРМ должен быть представлен на поверку с эксплуатационной документацией, входящей в комплект поставки прибора (паспорт и руководство по эксплуатации).
- ТРМ должен быть чистым и не иметь механических повреждений на корпусе и лицевой панели;
- ТРМ не должен иметь механических повреждений входных и выходных клеммных соединителей;
- на ТРМ должна быть необходимая маркировка.

7.1.2 При обнаружении механических дефектов, а также несоответствия маркировки эксплуатационной документации определяется возможность проведения поверки, а также дальнейшего использования прибора по назначению.

7.2 Проверка электрического сопротивления изоляции

7.2.1 Проверку электрического сопротивления изоляции в нормальных климатических условиях и при температуре окружающего воздуха, соответствующей ее верхнему предельному значению, проводить по методике, изложенной в ГОСТ 12997.

Измерение сопротивления изоляции проводить при помощи мегомметра М4100/1 или М4100/3 в зависимости модификации ТРМ.

На время испытаний в приборах, выполненных в конструктивном исполнении «Н», «Щ1» и «Щ2», контакты с 10 по 14 включительно соединить между собой перемычками.

В приборах, выполненных в конструктивном исполнении «Д», перемычками соединить контакты с 5 по 10 включительно (в приборах модификации 2ТРМ0 и 2ТРМ1) или контакты с 5 по 7 включительно (в приборах модификации ТРМ1, ТРМ10 и ТРМ12).

7.2.2 Величина испытательного напряжения постоянного тока при измерении сопротивления изоляции и точки его приложения при испытаниях для ТРМ выполненных в конструктивном исполнении «Н», «Щ1» и «Щ2» приведены в таблице 4, а для приборов выполненных в конструктивном исполнении «Д» – в таблице 5.

Таблица 4

Вариант исполнения прибора	Испытательное напряжение, В (тип мегомметра)	Номера контактов для подключения испытательного напряжения
ТРМХ-Х.Х.Р	500 (М4100/3)	конт. 1 и конт. 3, 5, 6, 8, 15; конт. 3 и конт. 5, 6, 8, 15; конт. 5 и конт. 6, 8, 15; конт. 6 и конт. 8, 15; конт. 8 и конт. 15; корпус и конт. 1, 3, 5, 6, 8, 15
	100 (М4100/1)	корпус и конт. 10
ТРМХ-Х.Х.К ТРМХ-Х.Х.С ТРМХ-Х.Х.И	500 (М4100/3)	конт. 1 и конт. 5, 8, 15; конт. 5 и конт. 8, 15; конт. 8 и конт. 15; корпус и конт. 1, 5, 8, 15.
	100 (М4100/1)	корпус и конт. 10

Примечание – Контакт 15 в модификациях ТРМ с диапазоном напряжения питания Б

Таблица 5

Вариант исполнения прибора	Испытательное напряжение, В (тип мегомметра)	Номера контактов для подключения испытательного напряжения
2ТРМ0А-Д.Х.К 2ТРМ0А-Д.Х.С 2ТРМ0А-Д.Х.И 2ТРМ1А-Д.Х.К 2ТРМ1А-Д.Х.С 2ТРМ1А-Д.Х.И	500 (М4100/3)	конт. 1 и конт. 3, 11, 15; конт. 3 и конт. 11, 15; конт. 11 и конт. 15; корпус и конт. 1, 3, 11, 15
	100 (М4100/1)	корпус и конт. 5
ТРМ1А-Д.Х.Р ТРМ10А-Д.Х.Р ТРМ12А-Д.Х.Р	500 (М4100/3)	конт. 1 и конт. 3, 9, 10; конт. 3 и конт. 9, 10; конт. 9 и конт. 10; корпус и конт. 1, 3, 9, 10
	100 (М4100/1)	корпус и конт. 5
ТРМ1А-Д.Х.К ТРМ1А-Д.Х.С ТРМ1А-Д.Х.И ТРМ10А-Д.Х.К ТРМ10А-Д.Х.С ТРМ10А-Д.Х.И ТРМ12А-Д.Х.К ТРМ12А-Д.Х.С ТРМ12А-Д.Х.И	500 (М4100/3)	конт. 1 и конт. 3, 9; конт. 3 и конт. 9; корпус и конт. 1, 3, 9.
	100 (М4100/1)	корпус и конт. 5

7.2.3 Прибор считают выдержавшим испытание, если измеренное сопротивление изоляции для любой из приведенных пар точек не менее 20 МОм.

7.3 Опробование

7.3.1 Прибор подключить к питающему напряжению сети и в соответствии с указаниями руководства по эксплуатации ТРМ перевести его в режим «Программирование».

7.3.2 В соответствии с указаниями руководства по эксплуатации проверить во всех каналах заданные значения параметров коррекции измеряемых величин «Сдвиг характеристики» и «Наклон характеристики» и установить их равными соответственно «000,0» и «1,000».

7.3.3 В соответствии с указаниями руководства по эксплуатации отключить во всех каналах цифровые фильтры, установив в параметрах «Постоянная времени фильтра» и «Полоса пропускания фильтра» нулевые значения.

7.3.4 Функционирование кнопок управления прибором и работа его цифровой индикации проверяются при выполнении указанных в п.7.3.2, 7.3.3 действий, являющихся одновременно подготовительными для проведения дальнейших операций.

7.3.5 Проверка исправности измерительных каналов (для 2-х канальных приборов)

7.3.5.1 Подать поочередно на оба входа прибора сигнал (см. табл. 6), соответствующий модификации прибора (для приборов в исполнении «У» - см. п. 7.3.5.2) находящийся внутри диапазона измерений, сравнить показания при измерении сигнала первым и вторым каналом. Прибор считается исправным, если разница показаний не превышает 0,5 основной допускаемой приведённой погрешности измерения входных сигналов.

7.3.5.2 Для проверки исправности входов приборов в исполнении «У» последовательно подать на вход прибора сигналы:

- соответствующий сигналу любого термопреобразователя сопротивления из таблицы 6 и находящийся внутри соответствующего диапазона измерений;

- соответствующий сигналу любой термопары из таблицы 6 и находящийся внутри соответствующего диапазона измерений;

- соответствующий любому сигналу постоянного тока из таблицы 6 и находящийся внутри соответствующего диапазона измерений;

- соответствующий любому сигналу постоянного напряжения из таблицы 6 и находящийся внутри соответствующего диапазона измерений, снять показания. Рассчитать основную приведённую погрешность по формуле (1):

$$\gamma = \frac{P_{изм} - P_{нсх}}{P_{норм}} \times 100\% \quad (1),$$

где: $P_{изм}$ – измеренное прибором значение сигнала в заданной контрольной точке;

$P_{нсх}$ – значение сигнала в контрольной точке, соответствующее НСХ входного сигнала;

$P_{норм}$ – нормирующее значение, равное разности между верхней и нижней границей диапазона измерений входного сигнала (100 % и 0 %).

Прибор считается прошедшим проверку, если значение γ соответствует значениям указанным в таблице 1.

7.4 Определение основной приведённой погрешности прибора

7.4.1 *Контрольные точки для проверки диапазонов измерений и определения значения основной приведённой погрешности приведены в таблице 6.*

Таблица 6

Тип датчика (НСХ)	Контрольные точки, % от диапазона измерения						
	0	5	25	50	75	95	100
Модификации ТРМ в исполнении «ТС»							
	Ом (°C)	Ом (°C)	Ом (°C)	Ом (°C)	Ом (°C)	Ом (°C)	Ом (°C)
ТСМ (Cu 50) W ₁₀₀ = 1,4260	39,345 (-50,0)	42,010 (-37,5)	52,662 (12,5)	65,980 (75,0)	79,297 (137,5)	89,952 (187,5)	92,615 (200,0)
ТСМ (50М) W ₁₀₀ = 1,4280	39,225 (-50,0)	41,932 (-37,5)	52,673 (12,5)	66,040 (75,0)	79,408 (137,5)	90,103 (187,5)	92,775 (200,0)
ТСП (Pt 50) W ₁₀₀ = 1,3850	9,475 (-199,0)	18,610 (-156,0)	52,633 (13,5)	92,505 (225,0)	129,965 (437,5)	158,060 (607,5)	164,820 (650,0)
ТСП (50П) W ₁₀₀ = 1,3910	8,840 (-199,0)	18,120 (-156,0)	52,675 (13,5)	93,180 (225,0)	131,248 (437,5)	159,748 (607,5)	166,615 (650,0)
ТСМ (Cu 100) W ₁₀₀ = 1,4260	78,690 (-50,0)	84,230 (-37,0)	105,325 (12,5)	131,960 (75,0)	158,595 (137,5)	179,905 (187,5)	185,230 (200,0)
ТСМ (100М) W ₁₀₀ = 1,4280	78,450 (-50,0)	84,080 (-37,0)	105,345 (12,5)	132,080 (75,0)	158,815 (137,5)	180,205 (187,5)	185,550 (200,0)
ТСП (Pt 100) W ₁₀₀ = 1,3850	18,950 (-199,0)	37,220 (-156,0)	105,265 (13,5)	185,010 (225,0)	259,930 (437,5)	316,120 (607,5)	329,640 (650,0)
ТСП (100П) W ₁₀₀ = 1,3910	17,680 (-199,0)	36,240 (-156,0)	105,350 (13,5)	186,360 (225,0)	262,495 (437,5)	319,495 (607,5)	333,230 (650,0)
Модификации ТРМ в исполнении «У»							
ТСМ (Cu 50) W ₁₀₀ = 1,4260	39,345 (-50,0)	42,120 (-37,0)	52,662 (12,5)	65,980 (75,0)	79,297 (137,5)	89,952 (187,5)	92,615 (200,0)
ТСМ (50М) W ₁₀₀ = 1,4280	8,140 (-190,0)	12,570 (-170,0)	29,960 (-92,5)	51,070 (5,0)	71,923 (102,5)	88,605 (180,5)	92,775 (200,0)
ТСП (Pt 50) W ₁₀₀ = 1,3850	9,260 (-200,0)	19,445 (-152,0)	57,288 (37,5)	101,555 (275,0)	142,567 (512,5)	173,027 (702,5)	180,320 (750,0)
ТСП (50П) W ₁₀₀ = 1,3910	8,650 (-200,0)	18,970 (-152,0)	57,403 (37,5)	102,375 (275,0)	144,055 (512,5)	174,955 (702,5)	182,360 (750,0)
ТСМ (Cu 100) W ₁₀₀ = 1,4260	78,690 (-50,0)	84,230 (-37,0)	105,325 (12,5)	131,960 (75,0)	158,595 (137,5)	179,905 (187,5)	185,230 (200,0)
ТСМ (100М) W ₁₀₀ = 1,4280	16,280 (-190,0)	25,140 (-170,0)	59,920 (-92,5)	102,140 (5,0)	143,845 (102,5)	177,210 (180,5)	185,550 (200,0)
ТСП (Pt 100) W ₁₀₀ = 1,3850	18,950 (-199,0)	38,890 (-152,0)	114,575 (37,5)	203,110 (275,0)	285,135 (512,5)	346,055 (702,5)	360,640 (750,0)
ТСП (100П) W ₁₀₀ = 1,3910	17,300 (-200,0)	37,940 (-152,0)	114,805 (37,5)	204,750 (275,0)	288,110 (512,5)	349,910 (702,5)	364,720 (750,0)

Продолжение таблицы 6

Тип датчика (НСХ)	Контрольные точки, % от диапазона измерения						
	0	5	25	50	75	95	100
Модификации ТРМ в исполнении «ТП», «ТП1», «ТП2», «ТП3», «ТП3(S)», «ТП3(R)»							
	мВ (°C)	мВ (°C)	мВ (°C)	мВ (°C)	мВ (°C)	мВ (°C)	мВ (°C)
ТХК (L)	-3,005 (-50,0)	-0,627 (-10,0)	10,624 (150,0)	27,135 (350,0)	44,709 (550,0)	58,729 (710,0)	62,197 (750,0)
ТЖК (J)	-2,431 (-50,0)	-0,126 (-2,5)	10,085 (187,5)	23,228 (425,0)	36,828 (662,5)	48,875 (852,5)	51,877 (900,0)
ТНН (N)	-1,269 (-50)	0,446 (17)	8,882 (287)	21,588 (625)	34,785 (962)	45,032 (1232)	47,513 (1300)
ТХА (K)	-1,889 (-50)	0,677 (17)	11,671 (287)	25,967 (625)	39,787 (962)	49,998 (1232)	52,410 (1300)
ТП3 (S)	0,000 (0)	0,502 (80)	3,259 (400)	7,345 (800)	11,951 (1200)	15,822 (1520)	16,777 (1600)
ТП3 (R)	0,000 (0)	0,501 (80)	3,408 (400)	7,950 (800)	13,228 (1200)	17,732 (1520)	18,849 (1600)
Модификации ТРМ в исполнении «У»							
ТХК (L)	-9,488 (-200)	-7,831 (-150)	3,306 (50)	22,843 (300)	44,709 (550)	62,197 (750)	66,466 (800)
ТЖК (J)	-7,890 (-200)	-5,801 (-130)	8,010 (150)	27,393 (500)	48,715 (850)	65,525 (1130)	69,553 (1200)
ТНН (N)	-3,990 (-200)	-2,902 (-125)	5,098 (175)	18,672 (550)	33,346 (925)	44,773 (1225)	47,513 (1300)
ТХА (K)	-5,891 (-200)	-4,276 (-125)	7,140 (175)	22,776 (550)	38,323 (925)	49,746 (1225)	52,410 (1300)
ТП3 (S)	0,000 (0)	0,552 (87)	3,616 (437)	8,170 (875)	13,305 (1312)	17,507 (1662)	18,503 (1750)
ТП3 (R)	0,000 (0)	0,552 (87)	3,795 (437)	8,887 (875)	14,798 (1312)	19,705 (1662)	20,877 (1750)
ТПР (B)	0,178 (200)	0,372 (280)	1,792 (600)	4,834 (1000)	8,956 (1400)	12,666 (1720)	13,591 (1800)
ТВР (A-1)	0,000 (0)	1,706 (125)	10,028 (625)	19,876 (1250)	27,844 (1875)	32,654 (2375)	33,640 (2500)
ТВР (A-2)	0,000 (0)	1,191 (90)	7,139 (450)	14,696 (900)	21,478 (1350)	26,180 (1710)	27,232 (1800)
ТВР (A-3)	0,000 (0)	1,176 (90)	6,985 (450)	14,411 (900)	21,100 (1350)	25,728 (1710)	26,773 (1800)
ТМК (T)	-5,603 (-200)	-5,070 (-170)	-1,819 (-50)	4,279 (100)	12,013 (250)	19,030 (370)	20,872 (400)

Продолжение таблицы 6

Унифицированный входной сигнал	Контрольные точки, % от диапазона измерения						
	0	5	25	50	75	95	100
Модификации ТРМ в исполнении «АТ» и «У»							
	мА (%)	мА (%)	мА (%)	мА (%)	мА (%)	мА (%)	мА (%)
0...5 мА	000,0 (0,0)	0,250 (5,0)	1,250 (25,0)	2,500 (50,0)	3,750 (75,0)	4,750 (95,0)	5,000 (100,0)
0...20 мА	000,0 (0,0)	1,00 (5,0)	5,00 (25,0)	10,00 (50,0)	15,00 (75,0)	19,00 (95,0)	20,00 (100,0)
4...20 мА	4,00 (0,0)	4,80 (5,0)	8,00 (25,0)	12,00 (50,0)	16,00 (75,0)	19,20 (95,0)	20,00 (100,0)
Модификации ТРМ в исполнении «АН» и «У»							
	мВ (%)	мВ (%)	мВ (%)	мВ (%)	мВ (%)	мВ (%)	мВ (%)
0...1 В	0,0 (0,0)	50,0 (5,0)	250,0 (25,0)	500,0 (50,0)	750,0 (75,0)	950,0 (95,0)	1000,0 (100,0)
-50,0...+50,0 мВ	-50,00 (0,0)	-45,00 (5,0)	-25,00 (25,0)	0,00 (50,0)	25,00 (75,0)	45,00 (95,0)	50,00 (100,0)

Контрольные точки для проверки диапазонов измерений и основной приведённой погрешности при работе с нестандартизованным термопреобразователем сопротивления ТСМ с $R_0 = 53 \text{ Ом}$ (Гр.23 по ГОСТ 6651-78) приведены в таблице 7.

Таблица 7

Контрольные точки, % от диапазона измерения						
0	5	25	50	75	95	100
41,711 (-50 °C)	44,535 (-37,5 °C)	55,825 (12,5 °C)	69,930 (75 °C)	84,045 (137,5 °C)	95,334 (187,5 °C)	98,156 (200 °C)

7.4.2 Определение основной приведенной погрешности при работе с термопреобразователями сопротивления.

7.4.1.1 При первичной поверке значение основной приведенной погрешности прибора определять в указанных выше семи контрольных точках для одного (любого) типа первичного преобразователя из числа предусмотренных к применению в данном исполнении ТРМ.

При периодической поверке в случае, когда комплектация прибора ТРМ первичными преобразователями (датчиками) не известна, либо может изменяться в процессе эксплуатации прибора, поверка производится в указанных семи контрольных точках для каждого типа первичного преобразователя предусмотренных к применению в данном исполнении ТРМ.

В случае, когда прибор ТРМ работает только с заданным пользователем типом первичного преобразователя, допускается определять погрешность прибора при работе только с указанным преобразователем, при этом в свидетельстве о поверке указываются тип первичного преобразователя и диапазон измерений.

7.4.1.2 К входу поверяемого канала прибора вместо термопреобразователя сопротивления подключить магазин сопротивлений Р4831. Подключение магазина к прибору производить с помощью трехпроводной линии по схеме подключения (рисунок 1). При этом сопротивления соединительных проводов должны быть равными и не превышать 15 Ом.

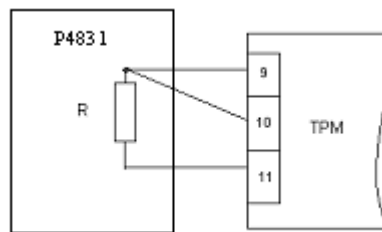


Рис. 1

7.4.1.3 Последовательно устанавливать на магазине сопротивлений Р4831, сопротивления соответствующие значениям входного сигнала в контрольных точках, приведенных в таблице 6 в зависимости от модификации и исполнения прибора. Зафиксировать по установившимся показаниям цифрового индикатора прибора измеренную прибором температуру для каждой контрольной точки.

7.4.1.3 Рассчитать для каждой контрольной точки основную приведенную погрешность по формуле (2):

$$\gamma = \frac{T_{\text{изм}} - T_{\text{нсх}}}{T_{\text{норм}}} \times 100\% \quad (2)$$

где: γ - основная приведенная погрешность прибора;

$T_{\text{изм}}$ - измеренное прибором значение температуры в заданной контрольной точке, °С;

$T_{\text{нсх}}$ - значение температуры в заданной контрольной точке по НСХ термопреобразователя, °С;

$T_{\text{норм}}$ - нормирующее значение, равное разности максимальной и минимальной температур диапазона измеряемых температур прибором, °С.

Результат считать положительным, если в каждой контрольной точке $|\gamma| < 0,25\%$ (0,5%).

7.4.2 Определение основной приведенной погрешности при работе с преобразователями термоэлектрическими (термопарами)

7.4.2.1 Типы и количество термоэлектрических преобразователей, при работе с которыми следует определять значение основной приведенной погрешности прибора, определяются аналогично п. 7.4.1.1.

7.4.2.2 Подключить ко входу поверяемого прибора термоэлектродные провода, НСХ которых, соответствуют НСХ преобразования термопары. Концы проводов соединить с медными проводами и спаи их (свободные концы) поместить в нулевой термостат с дистиллированной водой и тающим льдом, не менее чем за 0,5 ч до начала поверки. Концы медных проводов подключить к компаратору напряжений.

Подключение производить по схеме, изображенной на рисунке 2.

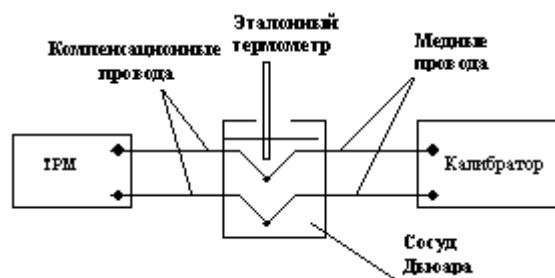


Рис. 2

Температуру свободных концов контролировать с помощью эталонного термометра для введения поправки на температуру свободных концов (при температуре, отличающейся от 0 °С более чем на 0,1 °С).

7.4.2.3 Последовательно устанавливать на компараторе напряжения, напряжения соответствующие контрольным точкам приведенных в таблице 6 в зависимости от модификации и исполнения прибора. Зафиксировать по установившимся показаниям цифрового индикатора, измеренную прибором ТРМ температуру для каждой из этих точек.

Рассчитать по формуле (3) основную приведенную погрешность измерения входных сигналов термопар.

$$\gamma_2 = \frac{T_{изм} - T_{уст} - e}{T_H} \times 100\%, \quad (3)$$

где: γ_2 - основная приведенная погрешность прибора в контрольной точке, % ;
 $T_{изм}$ - измеренное прибором значение температуры в заданной контрольной точке, °С;
 $T_{уст}$ - значение температуры в заданной контрольной точке по НСХ термопреобразователя, °С;
 $T_{норм}$ - нормирующее значение, равное разности максимальной и минимальной температур диапазона измеряемых температур прибором, °С.

e – поправка на температуру свободных концов компенсационных проводов, °С.

Результат считать положительным, если в каждой контрольной точке $|\gamma_2| < 0,5\%$

7.4.3 Определение основной приведенной погрешности прибора при работе с первичными преобразователями, формирующими выходной сигнал в виде постоянного тока.

7.4.3.1 К входу поверяемого канала прибора вместо первичного преобразователя подключить калибратор тока ПЗ21 (рис. 3).

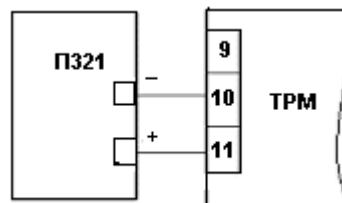


Рисунок 3

Установить для поверяемого канала в программируемом параметре «Нижняя граница измерения первичного преобразователя» значение «000.0», а в параметре «Верхняя граница измерения первичного преобразователя» – значение «100.0» (см. руководство по эксплуатации ТРМ).

7.4.3.2 Последовательно устанавливая на выходе калибратора тока, соответствующие значениям входного сигнала в контрольных точках, приведенных в таблице 6 (для заданной данному входу НСХ), зафиксировать по показаниям цифрового индикатора установившиеся значения для каждой из этих точек.

7.4.3.3 Рассчитать для каждой контрольной точки основную приведенную погрешность прибора по формуле (1).

Результат считать положительным, если в каждой контрольной точке основная приведенная погрешность не превышает значений указанных в таблице 6 в зависимости от модификации и исполнения прибора.

7.4.4 Определение основной приведенной погрешности прибора при работе с первичными преобразователями, формирующими выходной сигнал в виде напряжения постоянного тока.

7.4.4.1 К входу поверяемого канала прибора вместо первичного преобразователя подключить компаратор напряжений (рисунок 4).

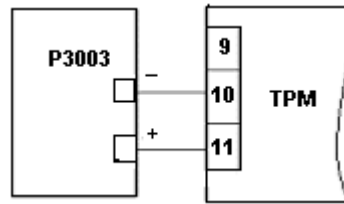


Рис. 4

Установить для поверяемого канала в программируемом параметре «Нижняя граница измерения первичного преобразователя» значение «000.0», а в параметре «Верхняя граница измерения первичного преобразователя» – значение «100.0» (см. руководство по эксплуатации ТРМ).

7.4.4.2 Последовательно устанавливая на компараторе напряжение, соответствующие значениям входного сигнала в контрольных точках, приведенных в таблице 6, зафиксировать по показаниям цифрового индикатора установившиеся значения для каждой из этих точек.

7.4.4.3 Рассчитать по формуле (1) основную приведенную погрешность для каждой контрольной точки.

Результат считать положительным, если в каждой контрольной точке $|\gamma| < 0,25\%$

7.5 Определение основной приведенной погрешности цифроаналоговых преобразователей (ЦАП) «параметр - ток»

7.5.1 К соответствующему входу прибора подключить один из эталонных источников сигналов, соответствующий заданному для данного входа НСХ.

В соответствии с указаниями, изложенными в руководстве по эксплуатации ТРМ произвести подключение ЦАП к источнику питания и нагрузке. В качестве питания ЦАП использовать встроенный в ТРМ источник постоянного тока (24 ± 3) В, а в качестве нагрузки – магазин сопротивлений Р4831. При испытаниях напряжение на нагрузке контролировать при помощи компаратора напряжений.

Установить на нагрузке сопротивление $R_H = 500,00$ Ом.

7.5.2 В программируемом параметре ТРМ «Нижняя граница параметра при регистрации» задать нижнее значение диапазона измерений первичного преобразователя (для заданной данному входу НСХ), а в параметре «Верхняя граница параметра при регистрации» – величину, соответствующую верхнему предельному значению диапазона измерений. Величины предельных значений диапазонов измерений приведены в РЭ.

7.5.3 Последовательно задавая входные сигналы такой величины, при которой установившиеся показания цифрового индикатора ТРМ соответствуют значению НСХ первичного преобразователя в точках 0, 5, 25, 50, 75, 95, 100 % диапазона измерения, рассчитать выходные токи ЦАП для каждой из контрольных точек по формуле (4):

$$I_{\text{вых}} = \frac{U}{R_H}, \quad (4)$$

где: U – падение напряжения на сопротивлении нагрузки R_H , В;

$R_H = 500,000$ Ом – сопротивление нагрузки ЦАП.

Значения выходных токов по НСХ ЦАП для вышеуказанных контрольных точек приведены в таблице 8.

Таблица 8

Контрольные точки диапазона измерения, %	0	5	25	50	75	95	100
Выходной сигнал ЦАП, мА	4,00	4,80	8,00	12,00	16,00	19,20	20,00

7.5.4 Основную приведенную погрешность ЦАП для каждой контрольной точки рассчитать по формуле:

$$\gamma_3 = \frac{A_{\text{изм}} - A_{\text{расч}}}{A_{\text{норм}}} \times 100 \% , \quad (5)$$

где: γ_3 – основная приведенная погрешность ЦАП;

$A_{\text{изм}}$ – рассчитанное по формуле (4) значение выходного тока ЦАП, мА;

$A_{\text{расч}}$ – расчетное значение выходного сигнала (таблица 8), мА;

$A_{\text{норм}}$ – нормирующее значение сигнала (16 мА).

Результат считать положительным, если в каждой контрольной точке $|\gamma_3| < 0,5\%$

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 Результаты поверки оформляются протоколом по форме, установленной метрологической службой, проводящей поверку.

8.2 Положительные результаты первичной поверки оформляются записью в паспорте с нанесением оттиска поверительного клейма.

8.3 При положительном результате периодической поверки выдается свидетельства о поверке.

8.4 При отрицательных результатах поверки ТРМ к эксплуатации не допускается, свидетельство о предыдущей поверке аннулируется и выдается извещение о непригодности ТРМ.