

ООО «ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ ОВЕН»

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ГЦИ СИ
ФГУП «ВНИИМС»

В. Н. Яншин

2006 г.



УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
ООО «ПО ОВЕН»

Д.В. Крашенинников

2006 г.



Система обеспечения единства измерений
Российской Федерации

ИЗМЕРИТЕЛЬ ПИД - РЕГУЛЯТОР
УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ПРОГРАММНЫЙ
ТРМ151

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
КУВФ.421214.003 МП

Москва
2006г.

СОДЕРЖАНИЕ

1	Введение	3
2	Основные технические характеристики	4
3	Операции поверки	5
4	Средства поверки	6
5	Требования безопасности	6
6	Условия поверки и подготовка к поверке	7
7	Проведение поверки	7
7.1	Внешний осмотр	7
7.2	Проверка электрического сопротивления изоляции	7
7.3	Опробование	8
7.4	Определение основной приведённой погрешности прибора	10
7.5	Определение основной приведённой погрешности цифроаналоговых преобразователей (ЦАП) «параметр-ток»	13
8	Оформление результатов поверки	15
	Приложение А «Нестандартизованные термопреобразователи сопротивления»	16

1 ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика поверки (далее по тексту - методика) распространяется на измеритель ПИД - регулятор универсальный программный ТРМ151 и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Примечание. Далее по тексту вышеперечисленные измерители ПИД - регуляторы универсальные программные могут иметь обобщенное название «прибор» или «прибор ТРМ151». При необходимости указывается модификация прибора и его исполнение (например, ТРМ151 – Щ1.РР).

В настоящей методике поверки приняты следующие сокращения:

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

Приборы ТРМ151 выпускаются в различных исполнениях, отличающихся конструктивным исполнением и типом встроенных ВУ.

Информация об исполнении прибора зашифрована в коде полного условного обозначения ТРМ151 следующим образом:

Измеритель-регулятор микропроцессорный ТРМ151 - X. XX



Символы кода модификаций расшифровываются следующим образом:

Тип прибора: ТРМ151.

Конструктивное исполнение:

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

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

Тип встроенных ВУ:

Р – реле электромагнитное;

К – оптопара транзисторная *n-p-n*-типа;

С – оптопара симисторная;

И – цифроаналоговый преобразователь «параметр – ток 4...20 мА»;

У – цифроаналоговый преобразователь «параметр – напряжение 0...10 В»;

Т – выход для управления внешним твердотельным реле.

2 ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

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

Таблица 1

Тип первичного преобразователя (НСХ)	Диапазон измерения	Разрешающая способность	Пределы основной допускаемой приведенной погрешности, %
Термопреобразователи сопротивления по ГОСТ 6651-94*)			
ТСМ (Cu 50) $W_{100} = 1,4260$	-50...+200 °С	0,1 °С	± 0,25
ТСМ (50М) $W_{100} = 1,4280$	-190...+200 °С	0,1 °С	± 0,25
ТСП (Pt 50) $W_{100} = 1,3850$	-200...+750 °С	0,1 °С	± 0,25
ТСП (50П) $W_{100} = 1,3910$	-200...+750 °С	0,1 °С	± 0,25
ТСМ (Cu 100) $W_{100} = 1,4260$	-50...+200 °С	0,1 °С	± 0,25
ТСМ (100М) $W_{100} = 1,4280$	-190...+200 °С	0,1 °С	± 0,25
ТСП (Pt 100) $W_{100} = 1,3850$	-200...+750 °С	0,1 °С	± 0,25
ТСП (100П) $W_{100} = 1,3910$	-200...+750 °С	0,1 °С	± 0,25
ТСН (100Н) $W_{100} = 1,6170$	-60...+180 °С	0,1 °С	± 0,25
ТСМ (Cu 500) $W_{100} = 1,4260$	-50...+200 °С	0,1 °С	± 0,25
ТСМ (500М) $W_{100} = 1,4280$	-190...+200 °С	0,1 °С	± 0,25
ТСП (Pt 500) $W_{100} = 1,3850$	-200...+750 °С	0,1 °С	± 0,25
ТСП (500П) $W_{100} = 1,3910$	-200...+750 °С	0,1 °С	± 0,25
ТСН (500Н) $W_{100} = 1,6170$	-60...+180 °С	0,1 °С	± 0,25
ТСМ (Cu 1000) $W_{100} = 1,4260$	-50...+200 °С	0,1 °С	± 0,25
ТСМ (1000М) $W_{100} = 1,4280$	-190...+200 °С	0,1 °С	± 0,25
ТСП (Pt 1000) $W_{100} = 1,3850$	-200...+750 °С	0,1 °С	± 0,25
ТСП (1000П) $W_{100} = 1,3910$	-200...+750 °С	0,1 °С	± 0,25
ТСН (1000Н) $W_{100} = 1,6170$	-60...+180 °С	0,1 °С	± 0,25
Термопары по ГОСТ Р 8.585 -2001			
ТХК (L)	-200...+800 °С	0,1 °С	± 0,5
ТЖК (J)	-200...+1200 °С	0,1 °С	± 0,5
ТНН (N)	-200...+1300 °С	0,1 °С	± 0,5
ТХА (K)	-200...+1300 °С	0,1 °С	± 0,5

ТПП (S)	0...+1750°C	0,1°C	± 0,5
ТПП (R)	0...+1750°C	0,1°C	± 0,5
ТПР(В)	+200...+1800°C	0,1°C	± 0,5
ТВР(А-1)	0...+2500°C	0,1°C	± 0,5
ТВР(А-2)	0...+1800°C	0,1°C	± 0,5
ТВР(А-3)	0...+1800°C	0,1°C	± 0,5
ТМК(Т)	-200...+400°C	0,1°C	± 0,5
Сигналы постоянного напряжения и тока по ГОСТ 26.011-80			
0...5 мА	0...100%	0,1%	± 0,25
0...20 мА	0...100%	0,1%	± 0,25
4...20 мА	0...100%	0,1%	± 0,25
-50...50 мВ	0...100%	0,1%	± 0,25
0...1 В	0...100%	0,1%	± 0,25
<p>Примечания: *) В приборе предусмотрена возможность применения нестандартизованных термопреобразователей сопротивления, НСХ и диапазоны измерений которых приведены в Приложении А.</p> <p>W₁₀₀ – отношение сопротивления датчика, измеренного при температуре 100 °С, к его сопротивлению, измеренному при 0°С.</p> <p>При измерении температуры минус 100 °С и ниже - разрешающая способность 1 °С.</p>			

Межповерочный интервал - 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 ТРМ151 с ВУ типа «И») и «параметр – напряжение» (для модификаций ТРМ151 с ВУ типа «У»)	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, $\delta = \pm 0,015 \%$
Дифференциальный вольтметр В1-12	Класс точности в режиме дифференциального вольтметра – 0,005
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
<p>Примечания:</p> <p>1 Допускается применение других средств измерений и испытательного оборудования, обеспечивающих необходимые основные параметры и характеристики (погрешность которых не превышает $\frac{1}{3}$ предела допускаемого значения основной погрешности поверяемого прибора (ГОСТ 22261-94)).</p> <p>2 Средства измерений должны быть исправны и поверены в соответствии с правилами по метрологии ПР50.2.006-94.</p>	

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 ТРМ151 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 ТРМ151, 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 ТРМ151 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 ТРМ151.

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 ТРМ151 следующим требованиям:

- ТРМ151 должен быть представлен на поверку с эксплуатационной документацией, входящей в комплект поставки прибора (паспорт и руководство по эксплуатации).
- ТРМ151 должен быть чистым и не иметь механических повреждений на корпусе и лицевой панели;
- ТРМ151 не должен иметь механических повреждений входных и выходных клеммных соединителей;
- на ТРМ151 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 проводить по методике, изложенной в ГОСТ 12997.

Измерение сопротивления изоляции проводить при помощи мегомметра М4100/1 или М4100/3 в зависимости модификации ТРМ151.

На время испытаний в приборах контакты с 9 по 14 включительно соединить между собой перемычками.

7.2.2 Величина испытательного напряжения постоянного тока при измерении сопротивления изоляции и точки его приложения при испытаниях для ТРМ151 приведены в таблице 4.

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

Таблица 4

Вариант модификации прибора	Испытательное напряжение, В (тип мегомметра)	Номера контактов для подключения испытательного напряжения
ТРМ151-РР ТРМ151-УУ	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
ТРМ151-КК ТРМ151-СС ТРМ151-ИИ	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
ТРМ151-ТТ	500 (М4100/3)	конт. 1 и конт. 5,15; конт. 5 и конт. 15; корпус и конт. 1, 5, 8, 15.

	100 (M4100/1)	корпус и конт. 10
--	------------------	-------------------

7.3 Опробование

7.3.1 Прибор подключить к питающему напряжению сети и в соответствии с указаниями руководства по эксплуатации ТРМ151 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 входов и каналов :

7.3.5.1 Проверка исправности входов, работающих с термопреобразователями сопротивления

а) подготовить прибор к работе с НСХ термопреобразователя сопротивления ТСМ (50М)
 $W_{100} = 1,4280$;

б) 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;

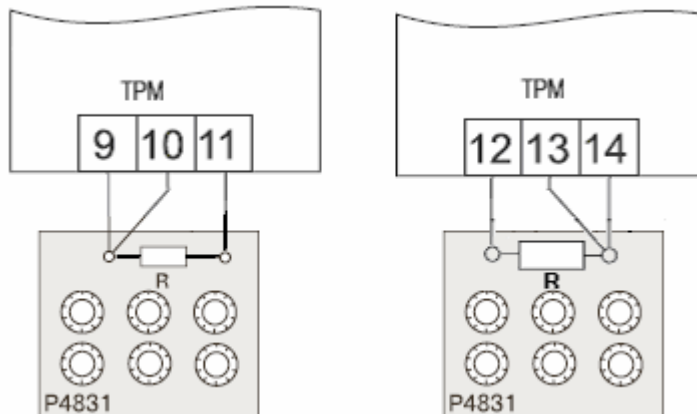


Рисунок 1

в) установить величину сопротивления $R = 51,07 \text{ Ом}$;

г) снять показания прибора;

д) считать прибор прошедшим испытания, если показания прибора удовлетворяют равенству (1)

$$T = 5 \pm 0,9 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (1)$$

7.3.5.2 Проверка исправности входов, работающих с унифицированным сигналом постоянного тока

а) подготовить прибор к работе с унифицированным сигналом $0 \dots 20 \text{ мА}$;

б) к входу поверяемого канала прибора вместо первичного преобразователя подключить калибратор тока ПЗ21 (рисунок 2); величина шунтирующего резистора R должна быть равна $100,0 \text{ Ом}$

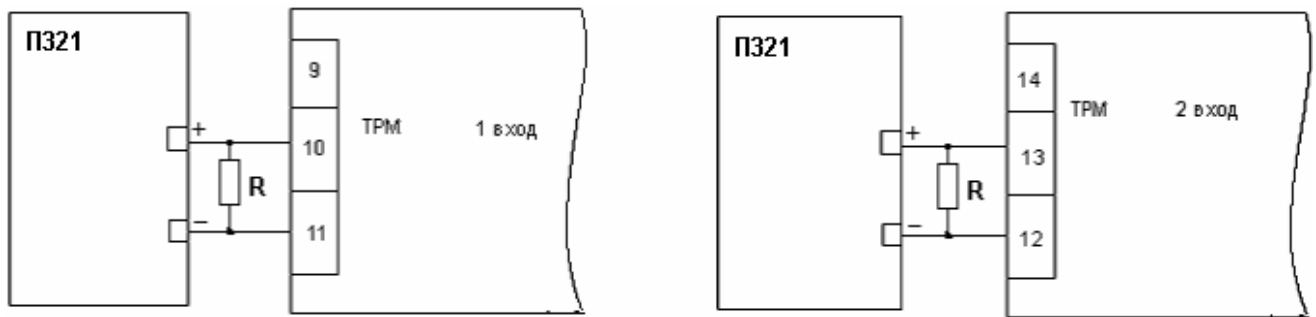


Рисунок 2

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

г) установить на выходе калибратора ток равный 10,0 мА;

д) снять показания прибора;

е) считать прибор прошедшим испытания, если показания прибора удовлетворяют равенству (2)

$$\Pi = 50,0 \pm 0,5 \% \quad (2)$$

7.3.5.3 Проверка исправности входов, работающих с унифицированным сигналом постоянного напряжения и термопарами

а) подготовить прибор к работе с унифицированным сигналом 0 ... 1,0 В;

б) К входу поверяемого канала прибора вместо первичного преобразователя подключить компаратор напряжений (рисунок 3);

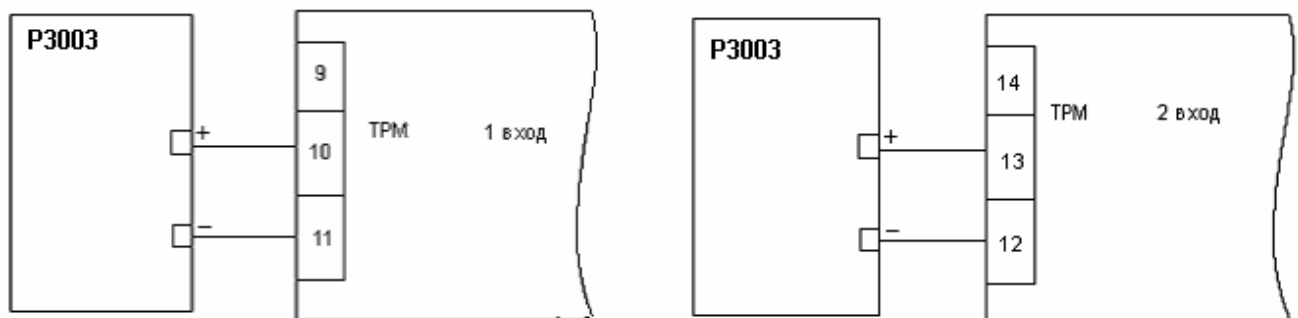


Рисунок 3

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

г) установить на выходе калибратора напряжение равное 250,0 мВ;

д) снять показания прибора;

е) считать прибор прошедшим испытания, если показания прибора удовлетворяют равенству (3)

$$\Pi = 25,0 \pm 0,5 \% \quad (3)$$

7.4 Определение основной приведенной погрешности прибора

7.4.1 Контрольные точки для проверки диапазонов измерений и определения значения основной приведённой погрешности приведены в таблице 5.

Таблица 5

Тип первичного преобразовате ля (НСХ)	Контрольные точки измеряемого диапазона, %						
	0	5	25	50	75	95	100
	Ом / (°C)	Ом / (°C)	Ом / (°C)	Ом / (°C)	Ом / (°C)	Ом / (°C)	Ом / (°C)
ТСМ (Cu 50) W ₁₀₀ = 1,426	39,345 (-50)	42,120 (-37,0)	52,662 (12,5)	65,980 (75,0)	79,297 (137,5)	89,952 (187,5)	92,615 (200)
ТСМ (50М) W ₁₀₀ = 1,428	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)
ТСП (Pt 50) W ₁₀₀ = 1,385	9,260 (-200,0)	19,445 (-152,0)	57,288 (37,5)	101,555 (275)	142,567 (512,5)	173,027 (702,5)	180,320 (750)
ТСП (50П) W ₁₀₀ = 1,391	8,650 (-200)	18,970 (-152,0)	57,403 (37,5)	102,375 (275)	144,055 (512,5)	174,955 (702,5)	182,360 (750)
ТСМ (Cu 100) W ₁₀₀ = 1,426	78,690 (-50)	84,230 (-37,0)	105,325 (12,5)	131,960 (75,0)	158,595 (137,5)	179,905 (187,5)	185,230 (200)
ТСМ (100М) W ₁₀₀ = 1,428	16,280 (-190)	25,140 (-170,0)	59,920 (-92,5)	102,140 (5,0)	143,845 (102,5)	177,210 (180,5)	185,550 (200)
ТСП (Pt 100) W ₁₀₀ = 1,385	18,950 (-199)	38,890 (-152,0)	114,575 (37,5)	203,110 (275)	285,135 (512,5)	346,055 (702,5)	360,640 (750)
ТСП (100П) W ₁₀₀ = 1,391	17,300 (-200)	37,940 (-152,0)	114,805 (37,5)	204,750 (275)	288,110 (512,5)	349,910 (702,5)	364,720 (750)
ТСН (100Н) W ₁₀₀ = 1,617	69,45 (-60)	75,17 (-48)	100,00 (0,0)	135,41 (60)	175,95 (120)	213,17 (168)	223,21 (180)
ТСМ (Cu 500) W ₁₀₀ = 1,426	393,45 (-50)	421,20 (-37,0)	526,62 (12,5)	659,80 (75,0)	792,97 (137,5)	899,52 (187,5)	926,15 (200)
ТСМ (500М) W ₁₀₀ = 1,428	81,40 (-190,0)	125,70 (-170,0)	299,60 (-92,5)	510,70 (5,0)	719,23 (102,5)	886,05 (180,5)	927,75 (200)
ТСН (500Н) W ₁₀₀ = 1,617	347,25 (-60)	375,85 (-48)	500 (0,0)	677,05 (60)	879,75 (120)	1065,85 (168)	1116,05 (180)
ТСП (Pt 500) W ₁₀₀ = 1,385	92,60 (-200,0)	194,45 (-152,0)	572,88 (37,5)	1015,55 (275)	1425,67 (512,5)	1730,27 (702,5)	1803,20 (750)
ТСП (500П) W ₁₀₀ = 1,391	86,50 (-200)	189,70 (-152,0)	574,03 (37,5)	1023,75 (275)	1440,55 (512,5)	1749,55 (702,5)	1823,60 (750)
ТСМ (Cu 1000) W ₁₀₀ = 1,426	786,90 (-50)	842,30 (-37,0)	1053,25 (12,5)	1319,60 (75,0)	1585,95 (137,5)	1799,05 (187,5)	1852,30 (200)
ТСМ (1000М) W ₁₀₀ = 1,428	162,80 (-190)	251,40 (-170,0)	599,20 (-92,5)	1021,40 (5,0)	1438,45 (102,5)	1772,10 (180,5)	1855,50 (200)
ТСП (Pt 1000) W ₁₀₀ = 1,385	189,50 (-199)	388,90 (-152,0)	1145,75 (37,5)	2031,10 (275)	2851,35 (512,5)	3460,55 (702,5)	3606,40 (750)
ТСП (1000П) W ₁₀₀ = 1,391	173,00 (-200)	379,40 (-152,0)	1148,05 (37,5)	2047,50 (275)	2881,10 (512,5)	3499,10 (702,5)	3647,20 (750)
ТСН (1000Н) W ₁₀₀ = 1,617	694,50 (-60)	751,70 (-48)	1000,00 (0,0)	1354,10 (60)	1759,50 (120)	2131,70 (168)	2232,10 (180)

Продолжение таблицы 5

Тип первичного преобразоват еля (НСХ)	Контрольные точки измеряемого диапазона, %						
	0	5	25	50	75	95	100
	мВ (°C)	мВ (°C)	мВ (°C)	мВ (°C)	мВ (°C)	мВ (°C)	мВ (°C)
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)
ТПП (S)	0,000 (0)	0,552 (87)	3,616 (437)	8,170 (875)	13,305 (1312)	17,507 (1602)	18,503 (1750)
ТПП (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 (А-1)	0,000 (0)	1,706 (125)	10,028 (625)	19,876 (1250)	27,844 (1875)	32,654 (2375)	33,640 (2500)
ТВР (А-2)	0,000 (0)	1,191 (90)	7,139 (450)	14,696 (900)	21,478 (1350)	26,180 (1710)	27,232 (1800)
ТВР (А-3)	0,000 (0)	1,176 (90)	6,985 (450)	14,411 (900)	21,100 (1350)	25,728 (1710)	26,773 (1800)
ТМК (Т)	-5,603 (-200)	-5,070 (-170)	-1,819 (-50)	4,279 (100)	12,013 (250)	19,030 (370)	20,872 (400)
Унифицированн ый входной сигнал	Контрольные точки измеряемого диапазона, %						
	0	5	25	50	75	95	100
	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)
	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)
Примечание - Контрольные точки для проверки диапазонов измерений и основной приведённой погрешности при работе с нестандартизованными термопреобразователями приведены в Приложении А.							

7.4.2 Определение основной приведенной погрешности прибора при проведении первичной поверки

7.4.2.1 Подключить ко входу поверяемого прибора термоэлектродные провода, НСХ которых, соответствуют НСХ преобразования термопары ТХК (L).

7.4.2.2 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 4.

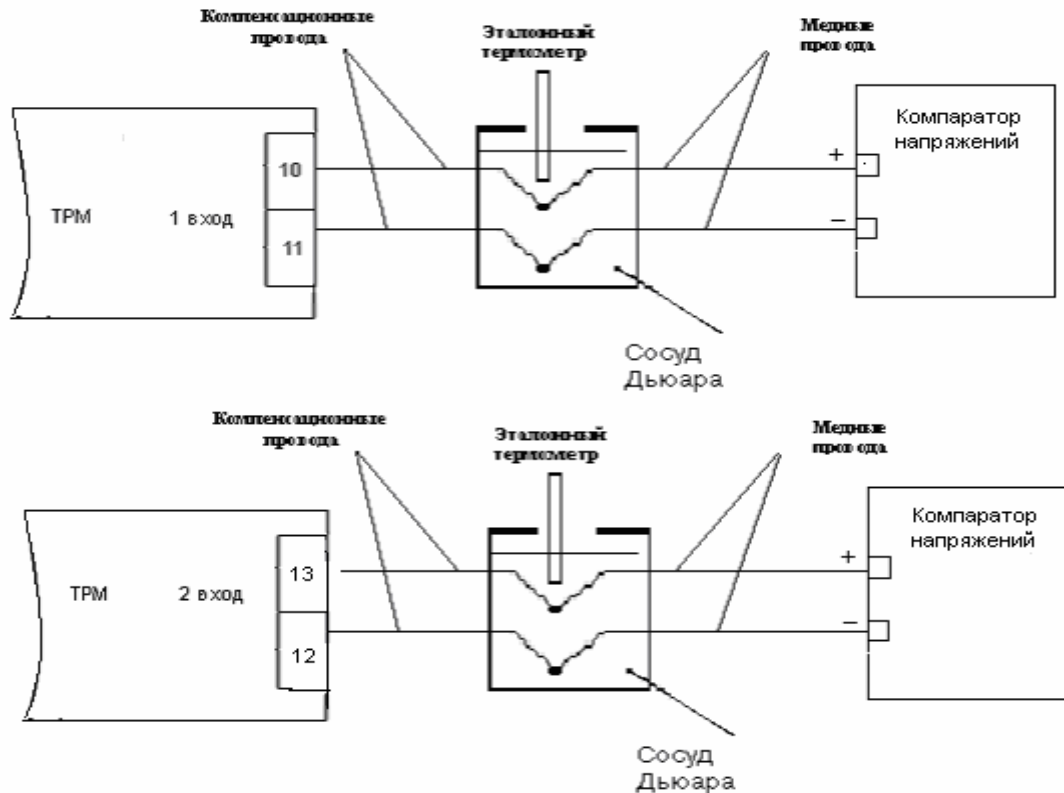


Рисунок 4

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 напряжений, напряжения соответствующие контрольным точкам приведенных в таблице 5 для НСХ ТХК (L). Зафиксировать по установившимся показаниям цифрового индикатора, измеренную прибором ТРМ151 температуру для каждой из этих точек.

7.4.2.4 Рассчитать по формуле (4) основную приведенную погрешность измерения входных сигналов термопар.

$$\gamma = \frac{T_{изм} - T_{уст} - e}{T_H} \times 100\%, \quad (4)$$

где: γ - 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 (для каждого канала) $|\gamma_2| < 0,5\%$.

7.4.3 Определение основной приведенной погрешности прибора при проведении периодической поверки

7.4.3.1 Определение основной приведенной погрешности прибора при известной комплектации прибора первичными преобразователями

а) Если известно с какими первичными преобразователями работает прибор, поверку проводить по НСХ этих преобразователей, при этом значения контрольных точек брать из таблицы 5.

б) Подключение производить:

- при поверке по НСХ термопреобразователей сопротивления по схеме, приведённой на рисунке 1;

- при поверке по НСХ термопар по схеме, приведённой на рисунке 4;

- при поверке по НСХ унифицированного сигнала постоянного тока по схеме, приведённой на рисунке 2;

- при поверке по НСХ унифицированного сигнала постоянного напряжения по схеме, приведённой на рисунке 3.

в) Результат считать положительным, если в каждой контрольной точке (для каждого канала) величина основной приведённой погрешности соответствует значению, приведённому в таблице 1.

7.4.3.2 Определение основной приведенной погрешности прибора при не известной комплектации прибора первичными преобразователями

Определение основной приведенной погрешности прибора при не известной комплектации прибора первичными преобразователями проводить по методике первичной поверки.

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

7.5.1. В соответствии со схемами, приведенными на рисунках 5-8 подключить к выходам ТРМ151 типа "И" или "У" внешний источник постоянного напряжения 24 В, а в качестве нагрузки – магазин сопротивлений Р4831. При испытаниях напряжение на нагрузке контролировать при помощи дифференциального вольтметра В1-12.

Установить на магазине сопротивление нагрузки R_H равное 500,0 Ом для приборов с ВУ типа «И» или 2500,0 Ом для приборов с ВУ типа «У».

7.5.2. В соответствии с указания РЭ перевести выход прибора в режим ручного управления выходной мощностью.

7.5.3. Последовательно задавая значения выходной мощности равные 0, 5, 25, 50, 75, 95, 100 % в соответствии с таблицей 6. Измерить для каждой точки падение напряжения на сопротивлении нагрузки.

Таблица 6

Контрольные точки диапазона измерения, %	0	5	25	50	75	95	100
Выходной ток ЦАП, мА (для ВУ типа «И»)	4,00	4,80	8,00	12,00	16,00	19,20	20,00
Выходное напряжение ЦАП, В (для ВУ типа «У»)	0	0,50	2,50	5,00	7,50	9,50	10

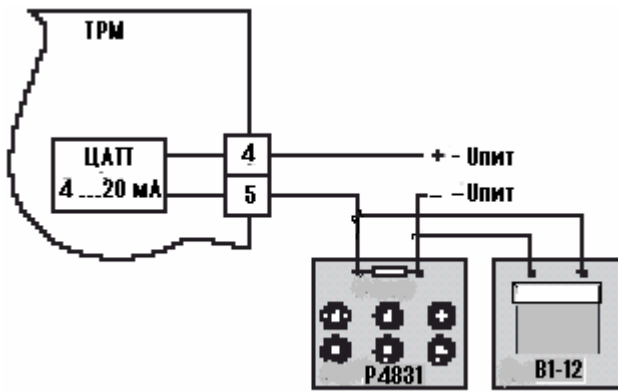


Рисунок 5 - Схема подключения к ВУ1 типа «И»

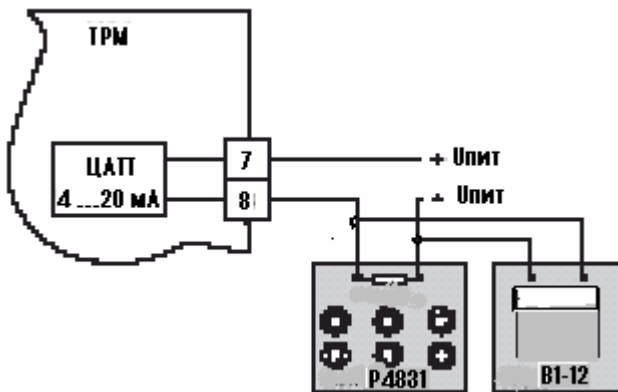


Рисунок 6 - Схема подключения к ВУ2 типа «И»

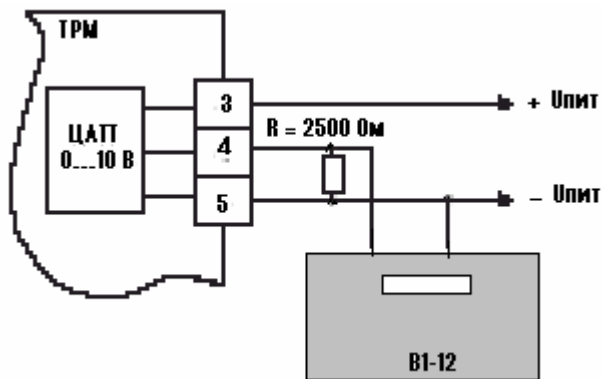


Рисунок 7 - Схема подключения к ВУ1 типа «У»

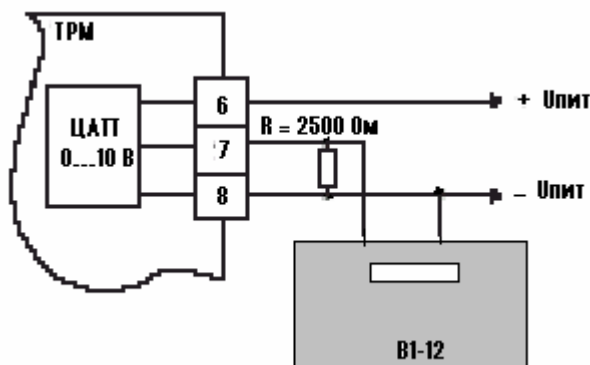


Рисунок 8 - Схема подключения к ВУ2 типа «У»

Для ВУ типа «И» рассчитать выходные токи ЦАП для каждой из контрольных точек по формуле (5):

$$I_{\text{вых}} = \frac{U}{R_{\text{н}}}, \quad (5)$$

где: U – падение напряжения на сопротивлении нагрузки $R_{\text{н}}$, В;

$R_{\text{н}} = 500,000$ Ом – сопротивление нагрузки ЦАП.

Для ВУ типа «У» выходное напряжение ЦАП контролировать по падению напряжения на сопротивлении нагрузки.

7.5.4 Для каждой контрольной точки произвести расчет основной приведенной погрешности ЦАП по формуле (6).

$$\gamma_3 = \frac{|A_{\text{изм}} - A_{\text{расч}}|}{A_{\text{норм}}} \times 100\% \quad (6),$$

где: γ_3 – основная приведенная погрешность ЦАП. %;

$A_{\text{изм}}$ – измеренное или вычисленное по формуле (5) значение выходного сигнала ЦАП;

$A_{\text{расч}}$ – значение выходного сигнала ЦАП по таблице 6;

$A_{\text{норм}}$ – нормирующее значение выходного сигнала равное разности между верхней и нижней границами диапазона выходного сигнала ЦАП.

Результат считать положительным, если в каждой контрольной точке выполняется неравенство (7)

$$|\gamma_3| + 0,021\% < 0,5\% \quad (7)$$

Где: $0,021\% = \sqrt{0,02^2 + 0,005^2} \%$, - относительная погрешность метода измерений,

где: $0,02 \%$ - относительная погрешность измерений магазина сопротивлений P4831;

$0,005 \%$ - относительная погрешность измерений дифференциального вольтметра В1-12.

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 ТРМ151 к эксплуатации не допускается, свидетельство о предыдущей поверке аннулируется и выдается извещение о непригодности ТРМ.

Приложение А
(обязательное)

Нестандартизованные термопреобразователи сопротивления

Диапазоны измерения, пределы допускаемой основной приведенной погрешности и разрешающая способность с учетом модификации и конкретного исполнения приборов, работающих с нестандартизованными термопреобразователями сопротивления приведены в таблице А.1.

Таблица А.1

Тип первичного преобразователя	Диапазон измерений	Разрешающая способность, %	Пределы основной приведенной погрешности, %
Нестандартизованный термопреобразователь сопротивления ТСМ (53М) $W_{100} = 1,4260$ (гр.23 по ГОСТ 6651-78)	-50...+200°C	0,1°C	0,25

Контрольные точки диапазона измерений для приборов, работающих с нестандартизованными термопреобразователями сопротивления, приведены в таблице А.2.

Таблица А.2

Условное обозначение термопреобразователя	Контрольные точки диапазона измерения, %						
	0	5	25	50	75	95	100
ТСМ (53М), $W_{100} = 1,4260$ (гр.23 по ГОСТ 6651-78)	41,711 (-50)	44,535 (-37,5)	55,825 (12,5)	69,930 (75)	84,045 (137,5)	95,334 (187,5)	98,156 (200)