

УТВЕРЖДАЮ
Первый заместитель
генерального директора –
заместитель по научной работе
ФГУП «ВНИИФТРИ»



[Signature]
А.Н. Щипунов

05 2016 г.

Инструкция
ИЗМЕРИТЕЛИ ТЕМПЕРАТУРЫ ИТ2500
Методика поверки
НКГВ 02.000.00.00 МП

л.р. 19737-16

р.п. Менделеево
2016 г.

1 Введение

1.1 Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодических проверок измерителей температуры ИТ2500 (далее – приборы) модификаций:

- ИТ2511, ИТ2512, ИТ2513, ИТ2516, ИТ2518, предназначенных для измерений температуры и других неэлектрических физических величин, преобразованных в электрические сигналы силы и напряжения постоянного тока или активное сопротивление;

- ИТ2521, ИТ2521/2, ИТ2522, ИТ2523, ИТ2524, ИТ2525, ИТ2526, ИТ2527, ИТ2528, ИТ2529, ИТ2530, предназначенных для измерений и регулирования температуры и других неэлектрических физических величин, преобразованных в электрические сигналы силы и напряжения постоянного тока или активное сопротивление.

Измерители температуры работают в комплекте с первичными измерительными преобразователями (ПП). В качестве ПП используются термопреобразователи сопротивления (ГОСТ 6651-2009), термоэлектрические преобразователи (ГОСТ 6616-94), а также преобразователи температуры и других физических величин в унифицированный выходной сигнал постоянного тока (ГОСТ 13384 – 93, ГОСТ 30232-94).

Интервал между поверками – 1 год.

2 Операции проверки

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

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики проверки	Обязательность проведения операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	8.1	да	да
2 Опробование	8.2	да	да
3 Определение основной приведенной погрешности измерений температуры, разности температур, относительной влажности	8.3	да	да
4 Определение приведенной погрешности срабатывания регулирующего (сигнализирующего) устройства	8.4	да	да

Примечание - Операции по определению приведенной погрешности срабатывания регулирующего устройства проводятся только для модификаций ИТ2521, ИТ2521/2, ИТ2522, ИТ2523, ИТ2524, ИТ2525, ИТ2526, ИТ2527, ИТ2528, ИТ2529, ИТ2530.

3 Средства проверки

3.1 При проведении проверки ИТ2500 должны применяться средства измерений, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта МП	Наименование и тип основного и вспомогательного средства поверки. Метрологические и основные технические характеристики
8.2 8.3 8.4	1) компаратор напряжений Р 3003, рег. № 7476-91, диапазон компарируемых напряжений от 20 нВ до 100 В, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm (2,5 \cdot U + 1)$ мкВ, где U – измеряемое напряжение в вольтах; 2) мультиметр цифровой 34401А, рег. № 54848-13, пределы измерений напряжения постоянного тока от 100 мВ до 1000 В, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока от 0,06 до 26 мВ, пределы измерений силы постоянного тока от 10 мА до 3 А, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений силы переменного тока от 0,0015 до 3,6 мА, 3) меры электрического сопротивления Р3030, рег. № 8238-81, номинальные значения сопротивления 10 и 100 Ом, класс точности 0,02; 4) источник питания постоянного тока Б5-45, рег. № 5965-77, диапазон установки выходного напряжения постоянного тока от 0,1 до 50 В, сила тока нагрузки от 0,1 до 500 мА, пределы допускаемой относительной погрешности установки напряжения $\pm 0,5$ %; 5) магазин сопротивления Р4831 рег. № 38510-08, диапазон воспроизведения сопротивления от 0 до 111111,1 Ом, класс точности 0,02.

3.2 При поверке допускается применять другие средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

3.3 Все средства поверки должны иметь действующие свидетельства о поверке.

4 Требования к квалификации поверителей

4.1 К проведению поверки допускаются лица аттестованные в качестве поверителя и ознакомленные с эксплуатационными документами на ИТ2500.

5 Требования безопасности

5.1 При подготовке и проведении поверки необходимо соблюдать требования ГОСТ 12.3.019-80, "Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей" и "Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей", утвержденных Ростехнадзором.

5.2 При проведении поверки необходимо также соблюдать меры безопасности, изложенные в НТД на поверяемый прибор и средства поверки.

5.3 При проведении поверки поверяемые приборы и средства поверки надежно соединяют с нулевой шиной сети. Сопротивление заземления не должно превышать 0,1 Ом.

6 Условия поверки

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С 20±5;
- относительная влажность окружающего воздуха, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106,7;

- номинальное напряжение питания, В 220 ± 11;
- отсутствие внешних электрических и магнитных полей;
- отсутствие вибрации;
- рабочее положение - горизонтальное.

6.2 Операции, производимые со средствами поверки и с поверяемыми приборами должны соответствовать указаниям, приведенным в эксплуатационной документации (ЭД).

7 Подготовка к поверке

7.1 Подготовить средства поверки в соответствии с эксплуатационной документацией.

7.2 Перед проведением операций поверки после включения питания прогреть поверяемый прибор не менее 15 мин.

7.3 Приборы, подлежащие поверке, выдержать в условиях, установленных в п. 6.1 в течение 4 ч.

8 Проведение поверки

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие прибора следующим требованиям:

- а) на корпусе прибора должен быть указан заводской номер;
- б) прибор не должен иметь механических повреждений и дефектов, влияющих на его работоспособность и метрологические характеристики.

8.1.2 В комплект эксплуатационной документации должны входить паспорт ИТ2500 с отметкой ОТК и свидетельство о предыдущей поверке (при периодической поверке).

8.2 Опробование

Опробование прибора заключается в проверке его работоспособности. Опробование проводить путем запуска прибора и выхода его на рабочие режимы.

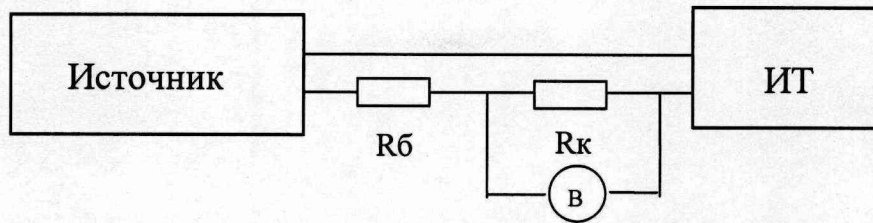
8.2.1 Подсоединить ко входу поверяемого прибора устройство, имитирующее ПП (магазин сопротивлений Р 4831 вместо термопреобразователя сопротивления, компаратор напряжений Р3003 вместо термодпары, источник тока или напряжения) согласно рисунку 1 вместо преобразователя с аналоговым выходом. Подключить прибор к цепям питания и заземления.

Включить питание и выполнить операции РЭ поверяемого прибора по выбору типа преобразователя.

При имитации термопреобразователя сопротивления выбрать значение его сопротивления в 0 °С равным 100,0 Ом.

При имитации преобразователя с аналоговым выходом границы диапазона значений преобразуемой физической величины Р определяются заказчиком или из соображений удобства (например, от 0 до 500, от 400 до 2000, от 0 до 1000).

8.2.2 Подать на вход прибора сигнал, соответствующий середине рабочего диапазона измеряемой величины, перевести прибор в режим индикации её текущего значения, выполнив операции РЭ. Увеличивая или уменьшая входной сигнал, контролировать на дисплее прибора индицируемую величину.



ИТ - поверяемый прибор;
 Источник - источник тока типа Б5-45А;
 Rк - мера электрического сопротивления Р3030 номиналом 100 Ом;
 В – мультиметр 34401А;
 Rб - балластное сопротивление.

Рисунок 1

Результаты поверки считают положительными, если индицируемая величина изменяется (увеличивается или уменьшается) в соответствии с производимыми действиями на входе прибора.

8.3 Определение основной приведенной погрешности измерений температуры

8.3.1 Основная приведенная погрешность измерений γ_T представляет собой величину отклонения настройки прибора от табличных значений зависимости «сопротивление - температура» по ГОСТ 6651-2009 или «термоздс - температура» по ГОСТ 6616-94, деленную на ширину диапазона измерений, и определяется сравнением контрольных значений температуры T_k , имитируемых на входе прибора с помощью магазина сопротивлений (ПП - термопреобразователь сопротивления по ГОСТ 6651-2009) или источника напряжения (ПП - термopара по ГОСТ 6616-94), и значениями показаний прибора $T_{изм}$.

Пределы допускаемых основных приведенных погрешностей измерений температуры и диапазоны измерений приведены в таблице 3.

Таблица 3

	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений, %				
	Первичный измерительный преобразователь/диапазон измерений	ИТ2511, ИТ2512, ИТ2518, ИТ2521, ИТ2521/2, ИТ2523, ИТ2524, ИТ2525, ИТ2526, ИТ2527, ИТ2528, ИТ2529, ИТ2530	ИТ2522	ИТ2516	ИТ2513
Термопреобразователи сопротивления: - 50М, 100М/ от минус 50 °С до плюс 200 °С; - 50П, 100П, Pt50, Pt100 от минус 50 °С до плюс 600 °С	± 0,25	± 0,25	± 0,005	± 0,25	

Термопары типа К, L, S, R, В, J: - К/ от минус 50 °С до 1300 °С; - L/от минус 50 °С до плюс 800 °С; - S, R/от 300 °С до 1600°С; - В/ от 300 °С до 1700 °С; - J/ от минус 40 °С до плюс 750 °С	± 0,25	-	± 0,1	± 0,25
Преобразователи с унифицированным выходом - от 0 до 5 мА, - от 4 до 20 мА, - от 0 до 10 В	± 0,25	-	-	-

8.3.2 Контрольные значения, выставляемые на магазине сопротивлений или источнике напряжения, выбираются согласно НСХ используемого ПП и их значения должны соответствовать значениям T_k , равным:

$$T_{min}; 0\text{ °С}; T_{max} \text{ и } 0,5(T_{max} - T_{min}) + T_{min},$$

где T_{min} и T_{max} - нижний и верхний пределы диапазона измерений, указанного РЭ поверяемого прибора.

8.3.3 Показания $T_{изм}$ с прибора снимаются не ранее, чем через 5 секунд после установки контрольных величин на входе прибора.

8.3.4 Определение основной приведенной погрешности γ_T при имитации термопреобразователя сопротивления с помощью магазина сопротивлений (Р4831) проводить в следующей последовательности:

1) подсоединить к одному из каналов прибора магазин сопротивлений, включить питание; по истечении 15 минут выполнить (согласно РЭ) необходимые операции по конфигурированию прибора, настроив его на работу с медным (платиновым) термопреобразователем сопротивления;

2) набрать на магазине сопротивлений величину сопротивления, соответствующую T_{min} , и снять с прибора показания $T_{изм}$ с учетом требований пункта 8.3.2;

3) последовательно повторить указанные операции для $T_k=0\text{ °С}$ и остальных значений T_k из пункта 8.3.2 с $T_{max}=200\text{ °С}$ для медного термопреобразователя сопротивления и $T_{max}=600\text{ °С}$ для платинового термопреобразователя сопротивления;

4) вычислить для каждого из значений T_k величину отклонения $\Delta = T_{изм} - T_k$;

5) из полученных значений Δ выбрать максимальное по абсолютной величине Δ_{max} ;

6) вычислить основную приведенную погрешность γ_T по формуле (1):

$$\gamma_T = (\Delta_{max} \cdot 100) / (T_{max} - T_{min}) \% \quad (1)$$

Результаты поверки считать положительными, если значения γ_T не превышают пределов, указанных в таблице 3, строка 1.

8.3.5 Определение основной приведенной погрешности γ_T при имитации т.э.д.с. термопары с помощью источника напряжения

8.3.5.1 Определение основной приведенной погрешности γ_T проводится при отключенном компенсаторе температуры «холодных» концов термопары. (При нулевом сиг-

нале на входе, соответствующем $T_k = 0 \text{ }^\circ\text{C}$, ИТ2500 должен показывать 0,0 в пределах погрешности).

8.3.5.2 Определение основной приведенной погрешности γ_T проводить в следующей последовательности:

- 1) подсоединить к одному из каналов прибора компаратор напряжений Р3003, включить питание, по истечении 15 минут выполнить (согласно РЭ) необходимые операции по конфигурированию прибора и отключить (согласно РЭ) компенсатор;
- 2) подать напряжение, равное нулю, и снять показания $T_{изм}(0)$;
- 3) подать с компаратора сигнал, соответствующий T_{min} , и снять показания $T_{изм}$ с учетом требований п. 8.3.2;
- 4) последовательно повторить указанную операцию для остальных значений T_k по п. 8.3.1;
- 5) вычислить для каждого из значений T_k величину отклонения $\Delta = T_{изм} - T_k$;
- 6) из полученных значений Δ выбрать максимальное по абсолютной величине Δ_{max} ;
- 7) вычислить основную приведенную погрешность по формуле (2):

$$\gamma_T = (\Delta_{max} \cdot 100) / (T_{max} - T_{min}) \% \quad (2)$$

Результаты поверки считать положительными, если значения основной приведенной погрешности измерений γ_T не превышают пределов, указанных в таблице 3, пункт 2.

8.3.5.3 Включить компенсатор, подать напряжение, равное нулю, и снять показания $T''_{изм}(0)$, которые в пределах погрешности должны быть равны значению температуры окружающей среды.

8.3.6 Определение основной приведенной погрешности измерений разности температур $\gamma_{\Delta T}$ для приборов ИТ2513 и ИТ2516

Определение основной приведенной погрешности измерений разности температур проводить при настройке приборов для работы с термоэлементом 100П (ГОСТ 6651-2009).

Определение $\gamma_{\Delta T}$ проводить при контрольных значениях сопротивлений $R_{1к}$ и $R_{2к}$ на входах двух каналов, соответствующих двум наборам контрольных значений разности температур δT :

$$\begin{aligned} \delta T_{1к} &= T_{1к} - T_{2к} = 1 \text{ }^\circ\text{C} \text{ при } T_{1к} = 11 \text{ }^\circ\text{C}, T_{2к} = 10 \text{ }^\circ\text{C} \text{ и} \\ \delta T_{2к} &= T_{3к} - T_{4к} = 0,5 T_{max} \text{ при } T_{3к} = 0,5 T_{max} + 10 \text{ }^\circ\text{C}, T_{4к} = 10 \text{ }^\circ\text{C}; \end{aligned}$$

где T_{max} - верхний предел диапазона измеряемых температур, равный $600 \text{ }^\circ\text{C}$; и выполнять в следующей последовательности:

- подсоединить к двум каналам прибора (согласно РЭ) магазины сопротивлений, включить питание, по истечении 15 минут выполнить необходимые операции по конфигурированию прибора, настроив его на работу с термоэлементом 100П, и перевести прибор в рабочий режим;

- установить на магазинах величины, соответствующие $T_{1к}$ и $T_{2к}$ на входах первого и второго каналов соответственно и измерить разность температур $\delta T_{изм}(1)$, соответствующую $\delta T_{1к}$.

- установить на магазинах величины, соответствующие $T_{3к}$ и $T_{4к}$ на входах первого и второго каналов соответственно и измерить разность температур $\delta T_{изм}(2)$, соответствующую $\delta T_{2к}$.

- вычислить разности $\Delta T_1 = \delta T_{изм}(1) - \delta T_{1к}$ и $\Delta T_2 = \delta T_{изм}(2) - \delta T_{2к}$ и выбрать из них максимальное по абсолютной величине ΔT_{max} ;

- вычислить основную приведенную погрешность по формуле (3):

$$\gamma_{\Delta T} = (\Delta T_{\max} \cdot 100) / (T_{\max} - T_{\min}) \% \quad (3)$$

Результаты поверки считать положительными, если пределы допускаемых значений основной приведенной погрешности измерений разности температур $\gamma_{\Delta T}$ приборов ИТ2513 и ИТ2516 находятся в пределах

- ± 0,5 % для ИТ2513;
- ± 0,01 % для ИТ2516.

8.3.7 Определение основной приведенной погрешности измерений при работе в комплекте с преобразователями с унифицированными выходными сигналами

8.3.7.1 Основная приведенная погрешность γ_P измерений температуры или какой-либо другой неэлектрической величины P измерителями, предназначенными для работы в комплекте с преобразователями этих величин в унифицированный выходной сигнал постоянного тока i (или напряжения u), определяется сравнением значений величины $P_{изм}$, измеренных проверяемым прибором при контрольных значениях силы тока i_k (напряжения u_k) на входе прибора, и значениями той же величины P_k , следующими из линейных зависимостей:

$$\begin{aligned} P_k &= P_{min} + i_k(P_{max} - P_{min})/5 \text{ для диапазона токов от 0 до 5 мА;} \\ P_k &= P_{min} + (i_k - 4)(P_{max} - P_{min})/16 \text{ для диапазона токов от 4 до 20 мА;} \\ P_k &= P_{min} + u_k(P_{max} - P_{min})/10 \text{ для диапазона напряжений от 0 до 10 В.} \end{aligned} \quad (4)$$

Контрольные значения входных токов i_k и напряжений u_k соответствуют значениям:

$$\begin{aligned} i_{min}; i_{cp} &= i_{min} + (i_{max} - i_{min})/2; i_{max}; \\ u_{min}; u_{cp} &= u_{min} + (u_{max} - u_{min})/2; u_{max}. \end{aligned} \quad (5)$$

8.3.7.2 Определение основной приведенной погрешности γ_P при работе прибора с преобразователем с «токовым» выходом проводить следующим образом:

- 1) подсоединить в соответствии с РЭ "токовый" вход поверяемого прибора к источнику тока по схеме рисунка 1 и включить питание;
- 2) по истечении 15 минут установить на входе прибора значение $i_k = i_{min}$, контролируя величину силы тока мультиметром на эталонном сопротивлении R_k , и через 5 секунд снять показания $P_{изм}$ прибора;
- 3) вычислить значение P_k по формулам (4) и (5) для $i_k = i_{min}$;
- 4) повторить указанные операции для двух других контрольных значений токов i_k по п. 8.3.7.1;
- 5) для каждого из трех полученных показаний $P_{изм}$ вычислить разности $\Delta = P_{изм} - P_k$, выбрать из них максимальную по абсолютной величине Δ_{max} и вычислить основную приведенную погрешность γ_P по формуле (6):

$$\gamma_P = (\Delta_{max} \cdot 100) / (P_{max} - P_{min}) \% \quad (6)$$

Результаты поверки считать положительными, если значения основной приведенной погрешности измерений γ_P не превышает пределов, указанных в таблице 3, пункт 3.

8.3.7.3 Определение основной приведенной погрешности γ_P при работе прибора с преобразователями с выходом от 0 до 10 В

Подсоединить в соответствии с РЭ выход (0-10) В компаратора напряжений Р3003 с входом поверяемого прибора, включить питание прибора и через 15 минут выполнить операции РЭ по выбору требуемого диапазона значений измеряемой величины Р.

Установить на входе прибора значение $u_k = u_{min} = 0$ и через 5 секунд снять показания $P_{изм}$ прибора.

Вычислить значение P_k по формулам (4) и (5) для $u_k = u_{min}$.

Повторить измерения для двух других контрольных значений u_k .

Для каждого из трех полученных измерений $P_{изм}$ вычислить разности $\Delta = P_{изм} - P_k$, выбрать из них максимальное по абсолютной величине Δ_{max} и вычислить основную приведенную погрешность γ_P (%) по формуле (7):

$$\gamma_P = (\Delta_{max} \cdot 100) / (P_{max} - P_{min}) \% \quad (7)$$

Результаты проверки считать положительными, если значения основной приведенной погрешности измерений γ_P не превышают пределов, указанных в таблице 3, пункт 3.

8.3.8 Определение основной приведенной погрешности преобразования входного сигнала прибора в унифицированный выходной сигнал тока или напряжения для приборов с аналоговым выходом

8.3.8.1 Поверяемый прибор предназначен для работы с термопреобразователями сопротивления или (и) с термоэлектрическими преобразователями (термопарами). Измеряемая величина – температура T .

Диапазону значений температуры ($T_{max} - T_{min}$) на входе прибора соответствует диапазон значений силы тока (i) (от 0 до 5 мА или от 4 до 20 мА) или диапазон напряжений (u) (от 0 до 10 В) на аналоговом выходе прибора.

Значения T и i должны быть связаны линейной зависимостью:

$$i = (T - T_{min}) \cdot 5 / (T_{max} - T_{min}) \quad \text{для диапазона токов от 0 до 5 мА и}$$

$$i = 4 + (T - T_{min}) \cdot 16 / (T_{max} - T_{min}) \quad \text{для диапазона токов от 4 до 20 мА} \quad (8)$$

$$u = (T - T_{min}) \cdot 5 / (T_{max} - T_{min}) \quad \text{для диапазона напряжений от 0 до 10 В.}$$

Основная приведенная погрешность γ_i представляет собой величину отклонения зависимости "температура - ток" или "температура - напряжение" от линейной и определяется разностью значений выходного тока $i_{изм}$, измеренных при контрольных значениях температуры T_k , и значениями того же тока i_k (напряжения u_k), следующими из линейной зависимости (4).

Контрольные значения сигналов T_k соответствуют значениям:

$$T_{min}, T_{cp} = T_{min} + (T_{max} - T_{min}) / 2 \text{ и } T_{max}.$$

8.3.8.1.1 Определение основной приведенной погрешности γ_I проводить в следующей последовательности:

1) подключить в соответствии с РЭ к аналоговому выходу нагрузку по схеме рисунка 2, а ко входу - имитатор ПП и включить питание;

2) установить на входе прибора значение сигнала, соответствующее T_{min} , и через 15 секунд снять показания с мультиметра и вычислить значение выходного тока $i_{изм}$ или напряжения $u_{изм}$;

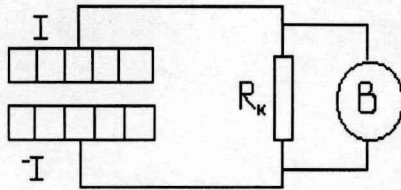
3) вычислить значения i_k (u_k) по формулам (4) и (5) для $T_k = T_{min}$;

4) повторить указанные операции для двух других контрольных значений T_k (T_{cp} , T_{max});

5) для каждого из трех полученных показаний $i_{изм}$ ($u_{изм}$) вычислить разности $\Delta = i_{изм} - i_k$ ($\Delta = u_{изм} - u_k$), выбрать из них максимальное по абсолютной величине Δ_{max} и вычислить основную приведенную погрешность γ_I по формулам (9):

$$\gamma_I = (\Delta_{max} \cdot 100) / (i_{max} - i_{min}) \% \quad (9)$$

$$\gamma_I = (\Delta_{max} \cdot 100) / (u_{max} - u_{min}) \%.$$



В – мультиметр 34401А

R_k - мера электрического сопротивления Р 3030 номиналом 100 Ом для случая « токового » выходного сигнала.

$R_k = \infty$ при выходном сигнале от 0 до 10 В.

Рисунок 2 - Схема подсоединения приборов для определения γ_I измерителей

Результаты поверки считать положительными, если значения γ_I основной приведенной погрешности преобразования температуры в ток от 0 до 5 мА, от 4 до 20 мА или напряжение от 0 до 10 В находятся в пределах $\pm 10\%$.

8.3.8.2 Поверяемый прибор имеет "аналоговый" вход и предназначен для работы с преобразователями с унифицированным выходным сигналом постоянного тока от 0 до 5 мА, от 4 до 20 мА и напряжения от 0 до 10 В

Прибор преобразует выходной сигнал ПП в унифицированный выходной сигнал постоянного тока от 0 до 5 мА, от 4 до 20 мА и напряжения от 0 до 10 В.

8.3.8.2.1 Основная приведенная погрешность γ_{II} преобразования представляет собой величину отклонения зависимости "выходной сигнал – входной сигнал" от линейной и определяется величиной разности значений выходного сигнала i_k (u_k), измеренных при контрольных значениях входного тока I_k (напряжения V_k), и значениями того же сигнала, следующими из линейной зависимости (таблица 4). Контрольные значения I_k (V_k) должны быть равными:

$$\begin{matrix} I_{min}; \\ I_{cp} = I_{min} + 0,5 (I_{max} - I_{min}); \\ I_{max} \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} V_{min}; \\ V_{cp} = V_{min} + 0,5 (V_{max} - V_{min}); \\ V_{max} \end{matrix}$$

Таблица 4

I (V) на входе	i на выходе от 0 до 5 мА	i на выходе от 4 до 20 мА	u на выходе от 0 до 10 В
от 0 до 5 мА	$i_k = I_k$	$i_k = 4 + I_k(16/5)$	$u_k = 2I_k$
от 4 до 20 мА	$i_k = (I_k - 4)5/16$	$i_k = I_k$	$u_k = (I_k - 4)10/16$
от 0 до 10 В	$i_k = V_k/2$	$i_k = 4 + V_k(16/10)$	$u_k = V_k$

8.3.8.2.2 Определение основной приведенной погрешности γ_{II} проводить в следующей последовательности:

Подключить в соответствии с РЭ к аналоговому выходу нагрузку по схеме рисунка 2, а ко входу одного из каналов – источник тока (источник напряжения) и включить питание.

Установить на входе прибора значение I_{min} (V_{min}) и через 15 секунд снять показания с мультиметра $u_{изм}$ или вычислить значение выходного тока $i_{изм} = u_{изм}/R_k$. Вычислить значения i_k (u_k) по формулам таблицы 4 для $I_k = I_{min}$ ($V_k = V_{min}$).

Повторить указанные операции для двух других контрольных значений $I_k (V_k)$.

Для каждого из трех полученных показаний $i_{изм} (u_{изм})$ вычислить разности $\Delta = i_{изм} - i_k$ ($\Delta = u_{изм} - u_k$), выбрать из них максимальное по абсолютной величине Δ_{max} и вычислить основную приведенную погрешность γ_{II} по формуле (10):

$$\begin{aligned} \gamma_{II} &= (\Delta_{max} \cdot 100) / (i_{max} - i_{min}) \% \quad \text{или} \\ \gamma_{II} &= (\Delta_{max} \cdot 100) / (u_{max} - u_{min}) \% . \end{aligned} \quad (10)$$

Результаты поверки считать положительными, если значения γ_{II} находятся в пределах $\pm 10 \%$.

8.3.9 Определение основной приведенной погрешности измерений влажности γ_H для приборов ИТ2522 проводить путем сравнения показаний "сухого" $T_{сух}$ и "влажного" $T_{вл}$ термометров при контрольных значениях влажности H_k , равных 22, 56 и 93 % ($T_{сух} = 100 \text{ }^\circ\text{C}$, $T_{вл} = 65 \text{ }^\circ\text{C}$, $85 \text{ }^\circ\text{C}$ и $98 \text{ }^\circ\text{C}$ соответственно) для случая двух типов градуировок: 50М, Pt100.

Основную приведенную погрешность γ_H определяют в следующей последовательности:

- 1) подсоединить к прибору (согласно РЭ) питание и два магазина сопротивлений (Р4831) на соответствующие входы;
- 2) включить питание, по истечении 15 минут выполнить необходимые операции по конфигурированию прибора;
- 3) набрать на магазинах сопротивлений величины, соответствующие $T_{сух} = 100 \text{ }^\circ\text{C}$, $T_{вл} = 65 \text{ }^\circ\text{C}$ ($H = 22 \%$) и снять с прибора показания $H_{изм}$;
- 4) последовательно повторить указанные операции для других значений H_k и сравнить полученные показания с табличными значениями $H_{табл}$ (приложение А, таблица А.1),
- 5) вычислить разности $\Delta H = H_{табл} - H_{изм}$ и выбрать из них максимальное по абсолютной величине значение Δ_{max} и вычислить основную погрешность γ_H по формуле (11):

$$\gamma_H = \Delta_{max} 100 \% / (H_{max} - H_{min}) . \quad (11)$$

Результаты поверки считать положительными, если значения γ_H находятся в пределах $\pm 3\%$.

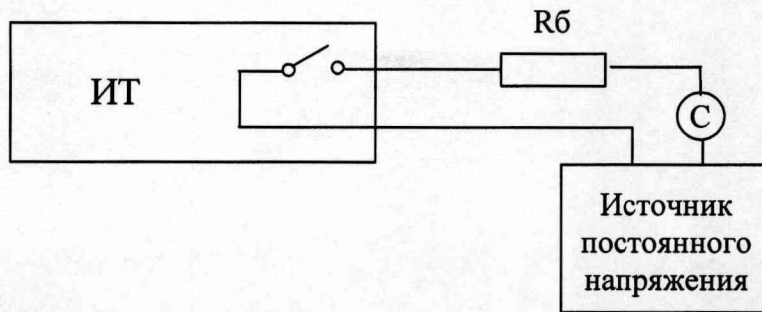
8.4 Определение приведенной погрешности γ_C срабатывания регулирующего устройства

8.4.1 Определение приведенной погрешности срабатывания при измерении температуры проводят при настройке прибора на термопреобразователь сопротивления 100П

8.4.1.1 Приведенную погрешность срабатывания регулирующего устройства определяют при двух пороговых значениях температуры:

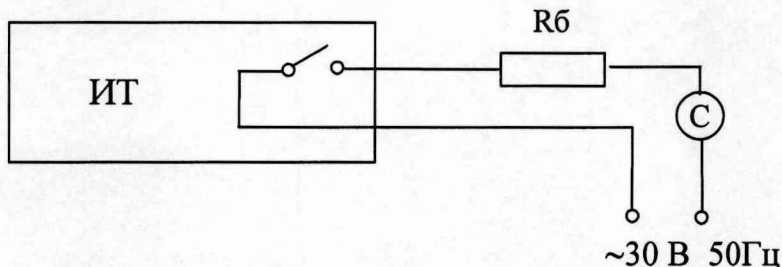
$$\begin{aligned} T_1 &= 0,25(T_{max} - T_{min}) + T_{min} ; \\ T_2 &= 0,75(T_{max} - T_{min}) + T_{min} . \end{aligned}$$

Момент срабатывания регулирующего устройства определяют по включению/выключению сигнального светодиода в схеме рисунка 3 (для реле) или рисунка 4 (для симистора).



ИТ - поверяемый прибор с реле
 Источник напряжения 10 В - типа Б5-45
 Rб - балластное сопротивление 3,3 к, 0,5 Вт
 С - светодиод типа АЛ307

Рисунок 3



ИТ - поверяемый прибор с симистором
 Rб - балластное сопротивление 3,3 к, 0,5 Вт
 С - светодиод типа АЛ307

Рисунок 4

Подключить к одному из каналов поверяемого прибора магазин сопротивлений, собрать с реле или симистором (далее - реле), соответствующим выбранному каналу, цепь, изображенную на рисунке 3 или 4, и включить питание.

Включить питание, через 15 минут выполнить необходимые операции по конфигурированию прибора, настроив его на работу с термоэлементом 100П. Установить значение зоны возврата (гистерезиса) равным нулю.

В соответствии с РЭ установить нижнее пороговое значение T_1 для реле и перевести прибор в режим индикации текущих значений измеряемой величины.

Установить значение входного сигнала, соответствующее $T \ll T_1$.

Трижды, плавно увеличивая значение входного сигнала до момента срабатывания реле, определить действительное среднее арифметическое значение T_1^* , соответствующее моменту срабатывания и вычислить разность $\Delta = T_1 - T_1^*$.

Повторить описанные операции для значения T_2 . Из полученных значений Δ выбрать максимальное по абсолютной величине Δ_{max} и вычислить приведенную погрешность срабатывания γ_c по формуле (12):

$$\gamma(T)_c = (\Delta_{max} \cdot 100) / (T_{max} - T_{min}) \% \quad (12)$$

Результаты поверки считать положительными, если значения $\gamma(T)_c$ не превышают пределов допускаемой основной погрешности измерений.

8.4.1.2 При измерении влажности H путем сравнения показаний "сухого" и "влажного" термометров прибором ИТ2522 определение приведенной погрешности срабатывания регулирующего устройства проводить при пороговых значениях влажности

$H_1 = 25\%$ ($T_{вл} = 8\text{ }^\circ\text{C}$, $T_{сух} = 14\text{ }^\circ\text{C}$) и

$H_2 = 75\%$ ($T_{вл} = 11,5\text{ }^\circ\text{C}$, $T_{сух} = 14\text{ }^\circ\text{C}$) в следующей последовательности.

Подсоединить к измерителю (согласно РЭ) питание и два магазина сопротивлений (№ 1 и № 2 – сухой и влажный термометры соответственно) на соответствующие входы, включить питание, через 15 минут выполнить необходимые операции по конфигурированию прибора, настроив его на работу с термоэлементом Pt100. Установить значение зоны возврата (гистерезиса), равным нулю.

Установить пороговое значение $H = H_1$ и перевести прибор в режим индикации текущих значений H , набрать на магазинах сопротивлений величины, соответствующие $T_{сух} = T_{вл} = 14\text{ }^\circ\text{C}$ ($H = 100\%$).

Трижды, плавно уменьшая значения на магазине сопротивления № 2 до момента срабатывания регулирующего устройства, определить действительное среднее арифметическое значение $T_{вл}^*$, соответствующее моменту срабатывания.

Определить, пользуясь психрометрической таблицей Приложения А, значение H_1^* , соответствующее $T_{вл}^*$ и вычислить разность $H_1 - H_1^* = \Delta H_1$.

Повторить описанные операции для порогового значения $H = H_2$ и вычислить разность $H_2 - H_2^* = \Delta H_2$.

Из полученных значений разностей выбрать максимальное ΔH_{\max} по абсолютной величине и вычислить приведенную погрешность срабатывания регулирующего устройства по формуле (13):

$$\gamma(H)_c = 100\% \Delta H_{\max} / (H_{\max} - H_{\min}) = |\Delta H|_{\max} \% \quad (13)$$

Результаты поверки считать положительными, если значения $\gamma(H)_c$ не превышают пределов допускаемой основной погрешности измерений.

8.5 Определение приведенной погрешности срабатывания сигнализации ИТ2512, ИТ2513, ИТ2516, ИТ2518

8.5.1 Определение приведенной погрешности срабатывания сигнализации при выходе измеряемой температуры за заданные пределы в приборах ИТ2512, ИТ2516, ИТ2518 проводят для одного из каналов при контрольных значениях температур

$$T_1 = 0,25(T_{\max} - T_{\min}) + T_{\min} \text{ и}$$

$$T_2 = 0,75(T_{\max} - T_{\min}) + T_{\min}$$

Подсоединить к прибору (согласно РЭ) питание и магазин сопротивлений к одному из каналов, включить питание, через 15 минут выполнить необходимые операции по конфигурированию прибора, настроив его на работу с термоэлементом 100П.

Задать в память прибора верхнее T_2 и нижнее T_1 пороговые значения температуры в выбранном канале и перевести прибор в рабочий режим.

Установить величину сопротивления на входе прибора, соответствующую какой-либо температуре T в интервале $T_1 < T < T_2$.

Трижды, увеличивая (уменьшая) величину сопротивления на входе прибора до момента мигания соответствующего светодиода, определить по индикатору фактические средние арифметические значения T_2^* (T_1^*), соответствующие моменту срабатывания сигнализации.

Вычислить разности температур

$$\Delta_1 = T_1 - T_1^*;$$

$$\Delta_2 = T_2 - T_2^*.$$

Из полученных значений Δ выбрать максимальное по абсолютной величине Δ_{\max} .

Вычислить приведенную погрешность срабатывания γ_C по формуле (14):

$$\gamma_C = (\Delta_{\max} \cdot 100) / (T_{\max} - T_{\min}) \% \quad (14)$$

Результаты поверки считать положительными, если значения γ_C приведенной погрешности срабатывания сигнализирующего устройства не превышают пределов допускаемой основной погрешности измерений.

8.5.2 Определение приведенной погрешности срабатывания γ_C сигнализации ИТ2513 о превышении заданной разности температур.

Определение приведенной погрешности срабатывания сигнализации проводить при двух значениях разности температур: $\Delta T_{K1} = T_1 - T_2 = 1$ °С и $\Delta T_{K2} = T_3 - T_4 = 100$ °С при $T_1 = 11$ °С, $T_2 = 10$ °С, $T_3 = 400$ °С и $T_4 = 300$ °С, где T_1 (T_3) и T_2 (T_4) – температуры на входе соответственно первого и второго каналов.

Подсоединить к прибору (согласно РЭ) питание и магазины сопротивлений, включить питание, через 15 минут выполнить необходимые операции по конфигурированию прибора, настроив его на работу с термоэлементом 100П.

Задать в память прибора разность температур $T_1 - T_2 = 1$ °С и перевести прибор в рабочий режим.

Установить на входе прибора значения сопротивлений R1 (первый канал) и R2 (второй канал), соответствующие температурам $T_1 = T_2 = 10$ °С, и перевести прибор в режим индикации температуры T_1 .

Трижды, плавно увеличивая значение R1 до момента мигания светодиода, определить действительное среднее арифметическое значение T_1^* , соответствующее моменту срабатывания индикации температуры T_1 , и вычислить разность $\Delta = T_1^* - T_2 - 1$.

Выполнить аналогичные операции для второго значения разности температур и вычислить разность $\Delta = T_3^* - T_4 - 100$.

Из полученных значений Δ выбрать наибольшее по абсолютной величине Δ_{\max} и вычислить приведенную погрешность срабатывания γ_C по формуле (15):

$$\gamma_C = (\Delta_{\max} \cdot 100\%) / (T_{\max} - T_{\min}) \quad (15)$$

Результаты поверки считать положительными, если значения γ_C приведенной погрешности срабатывания сигнализирующего устройства не превышают пределов допускаемой основной погрешности измерений.


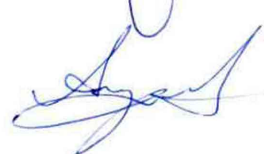

9 Оформление результатов поверки

9.1 По результатам поверки составляется протокол.

9.2 Положительные результаты первичной и периодической поверок приборов оформляются выдачей свидетельства о поверке установленной формы.

9.3 В случае отрицательных результатов поверки прибор не допускается к применению, владельцу выписывается «Извещение о непригодности» или делается соответствующая запись в технической документации с указанием причин непригодности.

Ведущий научный сотрудник
лаборатории 310 ФГУП «ВНИИФТРИ»

 Ражба Я.Е.
 

Приложение А

Таблица А.1 - Психрометрическая таблица относительной влажности Н воздуха в %

Показания Т _{сух} термометра	Разность ΔТ показаний сухого и влажного термометра, °С										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	100	81	63	45	28	11					
2	100	84	68	51	35	20					
4	100	85	70	56	42	28	14				
6	100	86	73	60	47	35	23	10			
8	100	87	75	63	51	40	28	18	7		
10	100	88	76	65	54	44	34	24	14	4	
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20	11	
14	100	90	79	70	60	51	42	33	25	17	9
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30	22	15
18	100	91	82	73	64	56	48	41	34	26	20
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31
26	100	92	85	78	71	64	58	50	45	40	34
28	100	93	85	78	72	65	59	53	48	42	37
30	100	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39

Относительная влажность, %											
ΔТ \ Т _{сух}	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0	7,0
0	91	82	73	65	56	48	39	31			
2	92	84	76	68	60	52	45	37	22		
4	92	85	78	70	63	56	49	42	29		
6	93	86	79	73	66	60	53	47	35	23	
8	94	87	81	75	69	63	57	51	40	29	18
10	94	88	82	76	71	65	60	54	44	34	24

ΔT	1	2	3	4	5	6	8	10	12	14	
$T_{\text{сyx}}$											
15	90	80	71	61	52	44	27	12			
20	91	83	74	66	59	51	37	24	12		
25	92	84	77	70	63	57	44	33	22	12	
ΔT	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	
$T_{\text{сyx}}$											
30	86	73	61	50	39	30	21	13	5		
35	87	75	64	53	44	35	27	20	13	•	
40	87	76	66	56	47	39	32				
45	88	77	67	59	51	43	36				
50	89	79	70	61	53	46	40				
55	90	80	72	64	56	49	42				
ΔT	2	4	6	8	10	15	20	25	30	35	40
$T_{\text{сyx}}$											
60	90	81	73	65	58	42	30	19			
70	91	83	76	69	62	47	35	25	17		
80	92	85	78	71	65	51	40	30	21	15	10
90	92	86	79	73	67	54	43	33	25	19	14
100	93	86	80	74	69	56	46	37	29	22	17