

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
УРАЛЬСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ  
(ФГУП «УНИИМ»)



Государственная система обеспечения единства измерений

**КАЛИБРАТОРЫ ТЕМПЕРАТУРЫ СУХОБЛОЧНЫЕ**

**КС**

Методика поверки

МП 07-221-2008

Екатеринбург

2008

20.04.08  
859/141

МП 07-221-2008

**ПРЕДИСЛОВИЕ**

**1 РАЗРАБОТАНА:** ФГУП Уральский научно исследовательский институт метрологии (ФГУП «УНИИМ»)

**2 ИСПОЛНИТЕЛЬ:** В.В.Казанцев, зав.лабораторией ФГУП «УНИИМ»

**3 УТВЕРЖДЕНА:** ФГУП «УНИИМ» « 27 » февраля 2008 г.

14658  
14.02.08

СОДЕРЖАНИЕ

	Лист
1 Область применения.....	4
2 Нормативные ссылки.....	4
3 Операции поверки.....	4
4 Средства поверки.....	5
5 Требования безопасности и требования к квалификации поверителей.....	6
6 Условия поверки.....	6
7 Подготовка к поверке.....	6
8 Проведение поверки.....	6
9 Оформление результатов поверки.....	20
Приложение А. ЭЧП и блоки для определения перепада температуры в калибраторах КС 100-1 и КС 600-1.....	21
Приложение Б. Выводимые на индикатор калибратора символы и значения.....	22
Приложение В. Схема подключения оборудования для проведения обновления коэффициентов коррекции по внешнему опорному напряжению, для определения абсолютной погрешности калибратора при измерении напряжения и ТЭДС термоэлектрических преобразователей с преобразованием в температуру без компенсации свободных концов.....	23
Приложение Г. Схема подключения оборудования для проведения обновления коэффициентов коррекции по внешнему опорному сопротивлению.....	24
Приложение Д. Схема подключения оборудования для определения вертикального перепада температуры в калибраторе.....	24
Приложение Е. Схема подключения оборудования при градуировке внешнего термометра сопротивления с индивидуальной градуировкой ТСП 0307.....	25
Приложение Ж. Схема подключения оборудования для проведения обновления коэффициентов коррекции по внешнему эталонному термометру сопротивления, для определения абсолютной погрешности воспроизведения заданной температуры.....	26
Приложение И. Схема подключения оборудования для определения абсолютной погрешности калибратора при измерении сопротивления и сопротивления ТС с преобразованием в температуру.....	28
Приложение К. Схема подключения оборудования для определения абсолютной погрешности калибратора при измерении ТЭДС термоэлектрических преобразователей с преобразованием в температуру с автоматической компенсацией свободных концов.....	29
Приложение Л. Форма протокола поверки.....	30
Приложение М. Обратная сторона свидетельства о поверке.....	35

14. 12. 08

Государственная система обеспечения единства измерений <b>КАЛИБРАТОРЫ ТЕМПЕРАТУРЫ СУХОБЛОЧНЫЕ</b> КС Методика поверки	МП 07-221-2008
--	----------------

Введена с 01.04.2008

## 1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Настоящая методика распространяется на калибраторы температуры сухоблочные КС (далее – калибраторы) и устанавливает порядок проведения первичной, периодической и внеочередной поверки калибраторов.

1.2 Первичной поверке подвергается калибратор после проведения приемо-сдаточных испытаний при выпуске или после ремонта.

1.3 Периодической поверке подвергается калибратор в процессе его эксплуатации.

1.4 Внеочередной поверке в объеме периодической поверки подвергается калибратор в случае утраты документов, подтверждающих прохождение первичной или периодической поверки.

1.5 Межповерочный интервал 1 год.

## 2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

2.1 В настоящей методике использованы ссылки на следующие нормативные документы:

2.1.1 ПР 50.2.006-94 ГСИ. Порядок проведения поверки средств измерений

2.1.2 ПР 50.2.007-2001 ГСИ. ГСИ. Поверительные клейма

2.1.3 ПР 50.2.012-94 ГСИ. Порядок аттестации поверителей средств измерений

2.1.4 ГОСТ 8.625-2006 ГСИ. Термометры сопротивления. Общие технические требования и методы испытаний

2.1.5 ГОСТ Р 8.585-2001 ГСИ. Термопары. Номинальные статические характеристики преобразования

2.1.6 ГОСТ 12.2.007.0-75 ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности

2.1.7 ГОСТ Р МЭК 536-94 Классификация электротехнического и электронного оборудования по способу защиты от поражения электрическим током

2.1.8 ГОСТ 7396.1-89 Соединители электрические штепсельные бытового и аналогичного назначения. Основные размеры

2.1.9 ПОТ Р М-016-2001 РД 153-34.0-03.150-00 Межотраслевые правила по охране труда (Правила безопасности) при эксплуатации электроустановок

## 3 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

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



Таблица 1 - Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение при:	
		первичной поверке	периодической (внеочередной) поверке
1 Внешний осмотр	8.1	+	+
2 Проверка электрического сопротивления изоляции	8.2	+	+
3 Проверка электрической прочности изоляции	8.3	+	-
4 Опробование	8.4	+	+
5 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности при измерении (преобразовании) входного сигнала напряжения и сопротивления	8.5	+	+
6 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности воспроизведения заданной температуры	8.6	+	+
7 Определение нестабильности поддержания температуры	8.7	+	+
8 Проверка горизонтального перепада температуры между колодцами выравнивающего блока	8.8	+	+
9 Проверка вертикального перепада температуры в изотермической рабочей зоне (0-40) мм от дна колодца выравнивающего блока	8.9	+	+

3.2 В случае невыполнения хотя бы одной из операций по 3.1 установленным требованиям, поверка калибратора прекращается, калибратор снимается с поверки для выявления причин и устранения обнаруженных недостатков.

#### 4 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки должны использоваться следующие средства поверки:

- вольтметр универсальный В7-54/3. Диапазон (0 - 2) кОм, пределы допускаемой основной погрешности  $\pm(0,00004 \cdot R + 0,003)$  Ом, где R – значение измеряемого сопротивления, Ом;
- меры сопротивления МС3005, номинальные значения 10, 100, 1000 Ом, пределы допускаемой основной погрешности  $\pm 0,0003\%$  (3 шт.);
- магазин сопротивления Р4831. Диапазон (0,001-110000) Ом. Класс точности  $0,02/2 \cdot 10^{-6}$  (2 шт.);
- компаратор напряжения Р3003. Диапазон (0 - 300) мВ, пределы допускаемой основной погрешности  $\pm(5 \cdot U + 0,1)$  мкВ, где U – значение воспроизводимого напряжения, В;
- калибратор программируемый П320. Диапазон (0 - 100) мА, пределы допускаемой основной погрешности  $\pm(0,1 \cdot I + 1)$  мкА, где I – значение калиброванного тока, мА;
- мера напряжения МН-3. Номинальное напряжение 1,018 В, доверительная граница относительной погрешности результата измерений не более  $3,5 \cdot 10^{-6}$  (P=0,99);
- эталонный термометр сопротивления 3-го разряда ЭТС-100. Диапазон от 0 до 660 °С, доверительная погрешность не более  $\pm 0,02$  °С при 0,01 °С;  $\pm 0,04$  °С при 231,9 °С;  $\pm 0,07$  °С при 419,5 °С;  $\pm 0,15$  °С при 660,3 °С;
- эталонный термометр сопротивления 3-го разряда ЭТС-100. Диапазон от минус 196 до 0 °С, доверительная погрешность не более  $\pm 0,05$  °С при -196 °С;  $\pm 0,02$  °С при 0,01 °С;
- мегаомметр Ф4 102/1-1М. Диапазон (0-1000) МОм, класс точности 1, напряжение 500 В;
- пробойная установка УПУ-10. Испытательное напряжение (0-10) кВ;
- ЭЧП длиной 10 мм, 10П,  $W_{100}=1.3910$  (см. приложение А). Диапазон от минус 20 °С до

14658  
14.7.08

650 °С, класс допуска В по ГОСТ 6651-94;

- переключатель на два положения и одно направление;
- переключатель на два положения и четыре направления;
- штатив Н-557-00.

4.2 Средства измерений должны быть поверены в установленном порядке и иметь оттиск клейма поверителя или свидетельство о поверке.

4.3 Допускается использование других средств поверки, удовлетворяющих по своим характеристикам требованиям настоящей методики.

## 5 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ И ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 К проведению поверки допускаются лица, аттестованные в качестве поверителей в соответствии с ПР 50.2.006-94, изучившие:

- эксплуатационную документацию на калибратор;
- эксплуатационную документацию на средства поверки;
- настоящую методику поверки.

5.2 По классу защиты от поражения электрическим током калибратор соответствует классу II по ГОСТ Р МЭК 536-94

5.3 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.2.007.0 и ПОТ Р М-016-2001 РД 153-34.0-03.150-00.

5.4 **ВНИМАНИЕ:** КАЛИБРАТОР В ОБЯЗАТЕЛЬНОМ ПОРЯДКЕ ДОЛЖЕН ПОДКЛЮЧАТЬСЯ К СЕТИ ПИТАНИЯ ЧЕРЕЗ ДВУХПОЛЮСНУЮ РОЗЕТКУ НА 10 А, 250 В с БОКОВЫМИ ЗАЗЕМЛЯЮЩИМИ КОНТАКТАМИ ГОСТ 7396.1-89 ("ЕВРО" РОЗЕТКУ).

## 6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 Поверка должна проводиться при следующих нормальных условиях:

- |                                       |             |
|---------------------------------------|-------------|
| -температура окружающего воздуха, °С  | 20 ± 5;     |
| -относительная влажность, %, не более | 80;         |
| - атмосферное давление, кПа           | 84.. 106,7; |
| - напряжение питания, В               | 220±22      |
| - частота тока питания, Гц            | 50±1        |
- отсутствии внешних магнитных и электрических полей, влияющих на работу калибратора.

## 7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 Калибратор подготовить к работе в соответствии с руководством по эксплуатации.

7.2 Средства поверки подготовить к работе в соответствии с эксплуатационной документацией.

7.3 Все электронные средства измерения необходимо прогреть в течение времени, указанного в эксплуатационной документации.

## 8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При внешнем осмотре проверить состояние корпуса калибратора, состояние разъемов над лицевой панелью.

8.1.2 При внешнем осмотре должно быть установлено:

- наличие комплектности в соответствии с паспортом ДДШ 2.998.016 ПС;
- наличие на корпусе калибратора маркировки товарного знака, типа калибратора,

заводского номера и даты выпуска, их соответствие указанным в руководстве по эксплуатации (РЭ) данным;

14658  
14.07.08



- наличие защитной крышки над переключателем "Калибровка" на нижнем основании калибратора, наличие на этой крышке пломбы отдела главного метролога предприятия-изготовителя или организации, проводившей поверку калибратора.

#### 8.2 Проверка электрического сопротивления изоляции

8.2.1 Проверку электрического сопротивления изоляции проводить мегаомметром испытательным напряжением 500 В при отключенном напряжении питания и включенном сетевом выключателе на лицевой панели калибратора. Кабель сетевого питания должен быть подключен к калибратору.

8.2.2 Измерение производить между гнездом заземления вилки кабеля сетевого питания и соединенными между собой контактами вилки кабеля сетевого питания.

8.2.3 Измеренное значение электрического сопротивления изоляции должно быть не менее 20 МОм.

#### 8.3 Проверка электрической прочности изоляции

8.3.1 Проверку электрической прочности изоляции проводить с помощью пробойной установки при отключенном напряжении питания и включенном сетевом выключателе на лицевой панели калибратора. Кабель сетевого питания должен быть подключен к калибратору.

8.3.2 Электрическую прочность изоляции проверить поочередной подачей испытательного напряжения 1,5 кВ переменного тока частотой 50 Гц с пробойной установки на соединенные между собой контакты вилки кабеля сетевого питания и гнездом заземления вилки кабеля сетевого питания.

8.3.3 Изоляция цепей питания должны выдерживать в течение 1 мин испытательное напряжение 1,5 кВ переменного тока частотой 50 Гц.

При проверке должны отсутствовать пробой и перекрытие изоляции.

#### 8.4 Опробование

8.4.1 Включить калибратор в соответствии с руководством по эксплуатации. Вывести его на температурный режим 100 °С. Подключить к калибратору устройство компенсации, закортить входы "ТП" устройства компенсации. Выбрать режим измерения 01 (температура термпары ТХА(К) с автоматической компенсацией холодных концов).

8.4.2 Не проверяя достоверности показаний, убедиться в том, что все значения выводятся на индикатор в соответствии с приложением Б, при этом:

- значения температуры в строках "ТСИ", "Повер." и "РЕГ" выводятся на индикатор с дискретностью 0,01 °С,

- служебные символы "III" постоянно или периодически выводятся на индикатор;

- номер выбранного режима измерения постоянно выводится на индикатор.

8.4.3 Нажимая кнопку "Выбор", убедиться в том, что становятся доступными режим выбора типа поверяемого датчика, режим изменения уставки или режим автокалибровки.

8.4.4 Нажимая кнопки "Δ", "∇" в режиме изменения уставки, убедиться в том, что значение уставки увеличивается, уменьшается соответственно.

8.4.5 Нажимая кнопку "Ввод", убедиться в том, что происходит подтверждение выбранных параметров и переход в режим измерения и регулирования.

#### 8.4.6 Проверка исправности энергонезависимой памяти

8.4.6.1 Зафиксировать значения номера режима измерения, уставки температуры.

8.4.6.2 При помощи кнопок "Выбор", "Δ", "∇", "Ввод" выбрать любые другие значения номера режима измерения, уставки температуры. Зафиксировать новые выбранные значения.

8.4.6.3 Выключить питание калибратора и включить его через 5 минут.

8.4.6.4 Убедиться, что значения номера режима измерения, уставки температуры соответствуют значениям, зафиксированным при выполнении 8.4.6.2.

14/6/08  
14/6/08

8.4.7 Обновление коэффициентов коррекции по внешнему опорному напряжению

8.4.7.1 Удалить защитную крышку с надписью «Калибровка», расположенную на нижнем основании под калибратором. Перевести переключатель, расположенный под крышкой, в положение «Внеш».

8.4.7.2 Включить и прогреть калибратор, компаратор напряжения Р3003 (далее Р3003), калибратор программируемый П320 (далее П320), меру напряжения МН-3 (далее МН-3) в соответствии с требованиями на них. Произвести калибровку Р3003 по МН-3. После любых переключений выждать время, равное 30 с.

8.4.7.3 Собрать рабочее место согласно схеме приложения В. Запустить программу обслуживания калибратора на ЭВМ.

8.4.7.4 Запустить режим автокалибровки (Сервис ⇒ Калибровка измерителя ⇒ Автокалибровка). Визуально убедиться об окончании калибровки (сервисная программа выдаст сообщение об окончании калибровки).

8.4.7.5 Выставить на Р3003 напряжение 0 мВ на диапазоне 1 В. Запустить режим калибровки нуля (Сервис ⇒ Калибровка измерителя ⇒ Калибровка «0» ⇒ Канал поверяемого датчика). Визуально убедиться об окончании калибровки (сервисная программа выдаст сообщение об окончании калибровки).

8.4.7.6 Выставить на Р3003 напряжение 300 мВ на диапазоне 1 В. Запустить режим калибровки полной шкалы «300 мВ» (Сервис ⇒ Калибровка измерителя ⇒ Калибровка полной шкалы «+» ⇒ Канал поверяемого датчика). Визуально убедиться об окончании калибровки (сервисная программа выдаст сообщение об окончании калибровки).

8.4.7.7 Поменять полярность подключения компаратора Р3003 к калибратору. Запустить режим калибровки полной шкалы «-300 мВ» (Сервис ⇒ Калибровка измерителя ⇒ Калибровка полной шкалы «-» ⇒ Канал поверяемого датчика). Визуально убедиться об окончании калибровки (сервисная программа выдаст сообщение об окончании калибровки).

8.4.7.8 Повторить действия 8.4.7.5-8.4.7.7 для канала термометра сопротивления с индивидуальной градуировкой (далее – ТСИ). При этом напряжение необходимо подавать на выходы «+U» и «-U» (контакты 3 и 2 соответственно) разъема ТСИ.

8.4.8 Обновление коэффициентов коррекции по внешнему опорному сопротивлению

8.4.8.1 Собрать рабочее место согласно схеме приложения Г, меру сопротивления выбрать с номинальным сопротивлением 10 Ом.

8.4.8.2 Запустить режим калибровки для диапазона «30 Ом» (Сервис ⇒ Калибровка измерителя ⇒ Калибровка «10 Ом»).

8.4.8.3 Повторить действие 8.4.8.2 для диапазонов «300 Ом», «3000 Ом», подключая другое сопротивление меры МС3005 и выбирая пункт меню СПО согласно таблице 2.

Таблица 2

Диапазон	Номинал меры сопротивления	Пункт меню СПО
30 Ом	10 Ом	Калибровка 10 Ом
300 Ом	100 Ом	Калибровка 100 Ом
3000 Ом	1000 Ом	Калибровка 1000 Ом

14.7.08



8.4.9 Обновление коэффициентов коррекции вертикального перепада температур выполнить в случае работы с калибратором КС 600-1

8.4.9.1 Собрать рабочее место согласно схеме приложения Д.

8.4.9.2 Вставить в колодец калибратора выравнивающий блок. Установить опорный и измерительный ЭЧП в держатели штатива и опустить их в отверстия выравнивающего блока до касания с дном. Поднять ЭЧП на (1-2) мм и закрепить их. ЭЧП должны быть установлены в соседние колодцы выравнивающего блока: опорный в колодец диаметром 6,5 мм, измерительный в колодец диаметром 5,3 мм (см. приложение А). Поднять измерительный ЭЧП на 4 см.

8.4.9.3 Вывести калибратор на температурный режим 600 °С, пользуясь указаниями РЭ.

8.4.9.4 Через 60 минут после выхода на стационарный режим установить переключатель в положение опорного ЭЧП "R2" и измерить сопротивление  $R_{R4}$  опорного ЭЧП с помощью В7-54/3, определяя сопротивление ЭЧП с учетом трех знаков после запятой.

8.4.9.5 Установить переключатель в положение измерительного ЭЧП "R1" и измерить сопротивление  $R_{M4}$  измерительного ЭЧП.

8.4.9.6 Рассчитать значения температуры  $t_{R4}$ ,  $t_{M4}$  по результатам измерений сопротивлений  $R_{R4}$ ,  $R_{M4}$  по формуле

$$t = \frac{-A + \sqrt{A^2 - 4B(1 - \frac{R_t}{R_0})}}{2B}, \quad (1)$$

где  $R_t$  - значения сопротивлений ЭЧП, Ом;

$R_0$  - значение сопротивления ЭЧП при температуре 0 °С, Ом;

$A = 3,9690 \cdot 10^{-3}$ , °С<sup>-1</sup>;

$B = -5,841 \cdot 10^{-7}$ , °С<sup>-2</sup>.

Результаты вычислений округлить до 0,001 °С.

8.4.9.7 Рассчитать разность температур  $\Delta t_4$  по формуле

$$\Delta t_4 = t_{M4} - t_{R4}. \quad (2)$$

8.4.9.8 Опустить измерительный ЭЧП на 4 см и определить разность температур  $\Delta t_0$  между измерительным и опорным ЭЧП. Измерения проводить не менее чем через 3 минуты после перемещения измерительного ЭЧП.

8.4.9.9 Рассчитать вертикальный перепад температуры  $S$  по формуле

$$S = \Delta t_4 - \Delta t_0. \quad (3)$$

8.4.9.10 В случае, если значение модуля вертикального перепада температуры  $S$  превышает  $(0,03 + 4 \cdot 10^{-4} \cdot |t|)$  °С, где  $t$  - значение воспроизводимой температуры, °С, требуется изменить коэффициент коррекции вертикального перепада температур при данной температуре в памяти калибратора. Значения коэффициентов коррекции рассчитываются по формулам:

$$d50_{\text{нов}} = d50_{\text{стар}} - 5 \cdot S, \quad (4)$$

$$d300_{\text{нов}} = d300_{\text{стар}} - 3 \cdot S, \quad (5)$$

$$d600_{\text{нов}} = d600_{\text{стар}} - 2 \cdot S, \quad (6)$$

где  $d50_{\text{нов}}$ ,  $d300_{\text{нов}}$ ,  $d600_{\text{нов}}$  - новые значения коэффициентов коррекции вертикального перепада температур при температурах 50, 300, 600 °С соответственно,

$d50_{\text{стар}}$ ,  $d300_{\text{стар}}$ ,  $d600_{\text{стар}}$  - старые значения коэффициентов коррекции вертикального перепада температур при температурах 50, 300, 600 °С соответственно,

$S$  - рассчитанный по 8.4.9.9 вертикальный перепад.

8.4.9.11 Для получения старых значений коэффициентов коррекции вертикального перепада температур и записи в калибратор новых следует запустить программу обслуживания калибратора на ЭВМ (Сервис  $\Rightarrow$  Калибровка верхнего нагревателя).

14.08.08  
 859/41

8.4.9.12 Выключить питание калибратора на 10 минут. Затем снова включить питание калибратора. За время выключения питания температура в калибраторе должна уменьшиться не менее чем на 10 °С. Поднять измерительную термопару на 4 см.

8.4.9.13 Повторять 8.4.9.4-8.4.9.12 до выполнения условия  $|S| < (0,03 + 4 \cdot 10^{-4} \cdot |t|)^\circ\text{C}$ , где  $t$  – значение воспроизводимой температуры, °С.

8.4.9.14 Повторить операции 8.4.9.3-8.4.9.13 при температурных режимах калибратора 50 и 300 °С.

8.4.10 Проведение градуировки внешнего термометра сопротивления с индивидуальной градуировкой ТСП 0307 (далее – ТСП 0307)

8.4.10.1 Собрать рабочее место согласно схеме приложения Е. Настроить компаратор напряжения Р3003 на работу в качестве измерителя напряжения, калибратор программируемый ПЗ20 – в качестве калибратора напряжения.

8.4.10.2 Пределы диапазона для Р3003 и ПЗ20 и выходное напряжение ПЗ20 выбирать согласно приложению Е. Сопротивление  $R_{\text{доб}}$  и номинальное сопротивление МС3005 выбирать согласно таблице 3.

Таблица 3 - Контрольные точки при градуировке внешнего термометра сопротивления с индивидуальной градуировкой ТСП 0307

Температура градуировки, °С	Номинальное сопротивление меры МС3005, Ом	Сопротивление $R_{\text{доб}}$ , Ом	Ток, мА
0,01	100	800	1
231,9	100	710	1
419,5	100	640	1
600,0	100	580	1

8.4.10.3 Поместить ЭТС-100 и ТСП 0307 в колодцы диаметром 5,3 мм выравнивающего блока КС 100-1, толщина стенки между которыми не превышает 2 мм. Вывести калибратор на температурный режим 0,01 °С.

8.4.10.4 Выставить на магазине сопротивлений  $R_{\text{доб}}$  800 Ом.

8.4.10.5 Через 60 минут после достижения температурного режима перевести переключатель SW1 в положение "1", переключатель SW2 в положение "ЭТС". Выставить комплектный ноль на Р3003 в соответствии с документацией на компаратор.

8.4.10.6 Перевести переключатель SW1 в положение "2", SW2 в положение "ЭТС".

8.4.10.7 Измерить при помощи Р3003 (переключатель на компараторе в положении "U2") падение напряжения  $U_{\text{МС3005\_ЭТС}}$  на сопротивлении МС3005.

8.4.10.8 Измерить при помощи Р3003 (переключатель на компараторе в положении "U1") падение напряжения  $U_{\text{ЭТС}}$  на термометре ЭТС-100.

8.4.10.9 Перевести переключатель SW1 в положение "1", переключатель SW2 в положение "ТСП". Выставить комплектный ноль на Р3003 в соответствии с документацией на компаратор.

8.4.10.10 Измерить при помощи Р3003 (переключатель на компараторе в положении "U2") падение напряжения  $U_{\text{МС3005\_ТСП}}$  на сопротивлении МС3005.

8.4.10.11 Измерить при помощи Р3003 (переключатель на компараторе в положении "U1") падение напряжения  $U_{\text{ТСП}}$  на термометре ТСП 0307.

8.4.10.12 Рассчитать значение сопротивления ЭТС-100  $R_{\text{ЭТС}}$ , Ом, по формуле

$$R_{\text{ЭТС}} = \frac{U_{\text{ЭТС}}}{U_{\text{МС3005\_ЭТС}}} \cdot R_{\text{МС3005}}, \quad (7)$$

где  $U_{\text{ЭТС}}$  - падения напряжения на термометре ЭТС-100, мВ;

$U_{\text{МС3005\_ЭТС}}$  - падения напряжения на МС3005, мВ;



$R_{MC3005}$  - уточненное значение сопротивления MC3005, Ом.

8.4.10.13 Определить температуру ЭТС-100  $t_{ЭТС}$ , соответствующую сопротивлению  $R_{ЭТС}$ , пользуясь указаниями эксплуатационной документации на ЭТС-100.

8.4.10.14 Рассчитать значение сопротивления ТСП 0307, Ом, по формуле

$$R_{ТСП} = \frac{U_{ТСП}}{U_{MC3005\_ТСП}} \cdot R_{MC3005}, \quad (8)$$

где  $U_{ТСП}$  - падения напряжения на ТСП 0307, мВ;

$U_{MC3005\_ТСП}$  - падения напряжения на MC3005, мВ, измеренное в 8.4.10.10;

$R_{MC3005}$  - уточненное значение сопротивления MC3005, Ом.

8.4.10.15 Повторить операции 8.4.10.3-8.4.10.14 для температур градуировки 231,9; 419,5; 600 °С, помещая ЭТС-100 и ТСП 0307 в колодцы выравнивающего блока КС 600-1, и устанавливая сопротивление  $R_{доб}$  согласно таблице 3.

8.4.10.16 Запустить СПО "Градуировка ТСП 0307". Пользуясь подсказкой, ввести в требуемые поля рассчитанные в 8.4.10.13-8.4.10.15 значения  $t_{ЭТС}$ ,  $R_{ТСП}$ , рассчитать значения  $R_0$  и коэффициентов функции отклонения от стандартной функции МТШ-90 а, b, с для термометра сопротивления ТСП 0307.

8.4.10.17 Запустить программу обслуживания калибратора на ЭВМ "Калибратор".

8.4.10.18 Записать рассчитанные коэффициенты термометра ТСП 0307 в память калибратора (Сервис ⇒ Параметры ТСИ).

8.4.11 Обновление коэффициентов коррекции по внешнему эталонному термометру сопротивления

8.4.11.1 Собрать рабочее место согласно схеме приложения Ж. Настроить компаратор напряжения Р3003 на работу в качестве измерителя напряжения, калибратор программируемый ПЗ20 – в качестве калибратора напряжения.

8.4.11.2 Пределы диапазона для Р3003 и ПЗ20 и выходное напряжение ПЗ20 выбирать согласно приложению Ж. Сопротивление  $R_{добавоч}$  и номинальное сопротивление MC3005 выбирать согласно таблице 4.

Таблица 4 - Контрольные точки при обновлении коэффициентов коррекции по внешнему эталонному термометру сопротивления и при определении абсолютной погрешности воспроизведения заданной температуры

Температура калибровки (контрольная точка при проверке), °С	Номинальное сопротивление меры MC3005, Ом	Сопротивление $R_{доб}$ , Ом	Ток, мА
-10	100	805	1
45	100	780	1
50	100	780	1
100	100	760	1
300	100	685	1
600	100	580	1

8.4.11.3 Вставить в колодец калибратора выравнивающий блок, в центральное отверстие диаметром 5,3 мм поместить термометр сопротивления эталонный ЭТС-100 (далее - ЭТС-100), опуская его до соприкосновения с дном.

8.4.11.4 Вывести калибратор на температурный режим минус 10 °С (для калибратора КС 100-1) и плюс 50 °С (для калибратора КС 600-1), пользуясь указаниями РЭ.

8.4.11.5 Выставить на магазине сопротивлений сопротивление  $R_{доб}$  в соответствии с таблицей 4.

8.4.11.6 Через 60 минут после достижения температурного режима перевести переключатель SW1 в положение "1". Выставить комплектный ноль на P3003 в соответствии с документацией на компаратор.

8.4.11.7 Перевести переключатель SW1 в положение "2".

8.4.11.8 Измерить при помощи P3003 (переключатель на компараторе в положении "U2") падение напряжения  $U_{МС3005}$  ЭТС на сопротивлении МС3005.

8.4.11.9 Измерить при помощи P3003 (переключатель на компараторе в положении "U1") падение напряжения  $U_{ЭТС}$  на термометре ЭТС-100.

8.4.11.10 Рассчитать значение сопротивления ЭТС-100  $R_{ЭТС}$ , Ом, по формуле (7).

8.4.11.11 Определить температуру ЭТС-100  $t_{ЭТС}$ , соответствующую сопротивлению  $R_{ЭТС}$ , пользуясь указаниями эксплуатационной документации на ЭТС-100.

8.4.11.12 Повторить операции 8.4.11.4-8.4.11.11 при температурных режимах 45, 100 °C (для калибратора КС 100-1) и 300, 600 °C (для калибратора КС 600-1), устанавливая сопротивление  $R_{доб}$  согласно таблице 4.

8.4.11.13 Запустить программу обслуживания калибратора на ЭВМ "Калибратор". Выбрать окно калибровки регулятора (Сервис  $\Rightarrow$  Калибровка регулятора).

8.4.11.14 Считать текущие коэффициенты полинома из памяти калибратора, для чего нажать кнопку "Считать".

8.4.11.15 Ввести значения температуры, предварительно измеренные с помощью эталонного средства измерения температуры, в соответствующие поля основного окна программы.

8.4.11.16 Нажать на кнопку "Вычислить". В поле "Коэффициенты полинома" появятся рассчитанные значения коэффициентов полинома при членах 0-го, 1-го и 2-го порядков соответственно. Нажать на кнопку "Записать".

8.4.11.17 Перевести переключатель, расположенный под крышечкой на нижнем основании, в положение «Внут». Установить защитную крышечку с надписью «Калибровка», расположенную на нижнем основании.

8.5 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности при измерении (преобразовании) входного сигнала напряжения и сопротивления

8.5.1 Включить и прогреть калибратор, компаратор напряжения P3003, калибратор программируемый ПЗ20, меру напряжения МН-3 в соответствии с требованиями эксплуатационной документации.

Произвести калибровку P3003 по МН-3. После любых переключений выждать время, равное 30 с.

8.5.2 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности при измерении напряжения

8.5.2.1 Собрать рабочее место согласно схеме приложения В.

8.5.2.2 Настроить калибратор на режим измерения напряжения.

8.5.2.3 Установить на P3003 значение напряжения  $U$ , равное 0 мВ.

8.5.2.4 В течение последующих 30 секунд зафиксировать измеренные значения напряжения, определив минимальное и максимальное значения. Из двух полученных величин найти максимально отличающуюся от установленного на компараторе значения –  $U_{пр}$ . Определить значение абсолютной погрешности калибратора при измерении напряжения  $\Delta U$  по формуле

$$\Delta U = U_{пр} - U, \quad (9)$$

где  $U_{пр}$  – значение напряжения, измеренное калибратором, мВ.

$U$  – значение напряжения, подаваемого с компаратора, мВ.

8.5.2.5 Повторить действия по пунктам 8.5.2.3, 8.5.2.4 для остальных значений напряжения  $U$ , приведенных в таблице 5. Для отрицательных значений напряжения необходимо поменять полярность подключения калибратора к компаратору.

8.5.2.6 Абсолютная погрешность при измерении напряжения не должна превышать значений, приведенных в таблице 5.



Таблица 5 - Контрольные точки при определении абсолютной погрешности измерения напряжения и сопротивления

Измеряемая величина	Диапазон измерения	Номинальное сопротивление меры МС3005	Сопротивление $R_{доб}$ , Ом	Ток, мА	Проверяемые точки	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения и сопротивления
Напряжение $U$ постоянного тока	$\pm 300$ мВ	-	-	-	0 мВ	$\pm 0,003$ мВ
		-	-	-	150 мВ	$\pm 0,00975$ мВ
		-	-	-	300 мВ	$\pm 0,0165$ мВ
		-	-	-	-150 мВ	$\pm 0,00975$ мВ
		-	-	-	-300 мВ	$\pm 0,0165$ мВ
Сопротивление $R_i$ постоянному току	от 0 до 30 Ом	10 Ом	239	4	1 Ом	$\pm 0,00275$ Ом
			225	4	15 Ом	$\pm 0,00175$ Ом
			210	4	30 Ом	$\pm 0,0055$ Ом
	от 0 до 300 Ом	100 Ом	850	1	50 Ом	$\pm 0,0175$ Ом
			750	1	150 Ом	$\pm 0,0175$ Ом
			600	1	300 Ом	$\pm 0,055$ Ом
	от 0 до 3000 Ом	1000 Ом	8500	0,1	500 Ом	$\pm 0,175$ Ом
			7500	0,1	1500 Ом	$\pm 0,175$ Ом
			6000	0,1	3000 Ом	$\pm 0,55$ Ом

8.5.3 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности при измерении ТЭДС термоэлектрического преобразователя (термопары) с преобразованием в температуру в режиме измерения без автоматической компенсации свободных концов

8.5.3.1 Собрать рабочее место согласно схеме приложения В.

8.5.3.2 Настроить калибратор на измерение ТЭДС термопары ТХА(К) без автоматической компенсации свободных концов.

8.5.3.3 Установить на Р3003 значение напряжения  $U$ , равное 0 мВ, соответствующее температуре  $t$ , равной 0 °С для выбранной термопары.

8.5.3.4 В течение последующих 30 секунд зафиксировать измеренные значения температуры, определив минимальное и максимальное значения. Из двух полученных значений найти максимально отличающееся от установленного на компараторе значения –  $t_{пр}$ . Определить значение абсолютной погрешности калибратора при измерении ТЭДС термопары в эквивалентных значениях температуры по формуле

$$\Delta t = t_{пр} - t, \quad (10)$$

где  $t_{пр}$  - значение температуры, измеренное калибратором, °С.

$t$  - значение температуры, соответствующее подаваемому с компаратора напряжению, °С.

8.5.3.5 Повторить операции по 8.5.3.3, 8.5.3.4 для остальных значений напряжения U, приведенных в таблице 6. Для отрицательных значений напряжения необходимо поменять полярность подключения калибратора к компаратору.

8.5.3.6 Выполнить операции по 8.5.3.2-8.5.3.5 для термопар ТХК(L), ТПП(S) поочередно для всех значений температуры, указанных в таблице 6.

8.5.3.7 Значения абсолютной погрешности при измерении ТЭДС термоэлектрического преобразователя в режиме измерения без автоматической компенсации свободных концов в эквивалентных значениях температуры должны быть в интервале  $\pm 0,2$  °C для ТХА(К) и ТХК(L) и  $\pm 0,4$  °C для ТПП(S).

Таблица 6 - Контрольные точки при определении абсолютной погрешности при измерении ТЭДС термоэлектрического преобразователя с преобразованием в температуру без автоматической компенсации свободных концов

Тип термопары	Выводимые символы на дисплее индикатора	Параметр	i=1	i=2	i=3	i=4	i=5
ТХА(К)	ТХА(К) – без компенсации свободных концов	Температура $t_i$ , °C	- 200	0	400	800	1300
		Напряжение $U_i$ , мВ	- 5,891	0,000	16,397	33,275	52,410
ТХК(L)	ТХК(L) – без компенсации свободных концов	Температура $t_i$ , °C	- 200	0	300	600	800
		Напряжение $U_i$ , мВ	- 9,488	0,000	22,843	49,108	66,466
ТПП(S)	ТПП(S) – без компенсации свободных концов	Температура $t_i$ , °C	0	400	800	1200	1760
		Напряжение $U_i$ , мВ	0,000	33,259	77,345	11,951	18,609

8.5.4 Определение абсолютной погрешности при измерении сопротивления

8.5.4.1 Собрать рабочее место согласно схеме приложения И. Настроить компаратор напряжения Р3003 на работу в качестве измерителя напряжения, калибратор программируемый П320 – в качестве калибратора напряжения.

8.5.4.2 Пределы диапазона для Р3003 и П320 и выходное напряжение П320 выбирать согласно приложению И. Сопротивление  $R_{доб}$  и номинальное сопротивление МС3005 выбирать согласно таблице 5.

8.5.4.3 Настроить калибратор на режим измерения сопротивления.

8.5.4.4 Перевести переключатель SW1 в положение “1”, переключатель SW2 в положение “Р3003”. Выставить комплектный ноль на Р3003 в соответствии с документацией на компаратор.

8.5.4.5 Перевести переключатель SW1 в положение “2”, SW2 в положение “Р3003”.

8.5.4.6 Выставить на магазине сопротивлений R1 сопротивление 1 Ом (проверяемая точка), на магазине сопротивлений  $R_{доб}$  выставить сопротивление в соответствии с таблицей 5.

8.5.4.7 Измерить при помощи Р3003 (переключатель на компараторе в положении “U2”) падение напряжения  $U_{МС3005}$  на сопротивлении МС3005.

8.5.4.8 Измерить при помощи Р3003 (переключатель на компараторе в положении “U1”) падение напряжения  $U_{P4831}$  на магазине сопротивлений R1.

8.5.4.9 Рассчитать уточненное значение сопротивления магазина R1  $R_{P4831}$ , Ом, по формуле

$$R_{P4831} = \frac{U_{P4831}}{U_{МС3005}} \cdot R_{МС3005}, \quad (11)$$

14.12.08



где  $U_{P4831}$  - падения напряжения на магазине P4831, мВ;

$U_{MC3005}$  - падения напряжения на MC3005, мВ;

$R_{MC3005}$  - уточненное значение сопротивления MC3005, Ом.

8.5.4.10 Перевести переключатель SW2 в положение "КС". Зарегистрировать показания калибратора  $R_{КС}$ .

8.5.4.11 Определить значение абсолютной погрешности при измерении сопротивления по формуле

$$\Delta R = R_{КС} - R_{P4831}, \quad (12)$$

где  $R_{КС}$  - показания калибратора, Ом;

$R_{P4831}$  - уточненное значение сопротивления магазина R1, Ом.

8.5.4.12 Выполнить операции 8.5.4.3-8.5.4.11 поочередно для всех значений сопротивлений, указанных в графе "Проверяемые точки" таблицы 5. Операции 8.5.4.3, 8.5.4.4 выполнять при необходимости.

8.5.4.13 Абсолютная погрешность при измерении сопротивления должна быть в интервале значений, приведенных в таблице 5.

8.5.5 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности при измерении сопротивления термометров сопротивления (далее ТС) с преобразованием в температуру

8.5.5.1 Собрать рабочее место согласно схеме приложения И. Настроить компаратор напряжения P3003 на режим измерителя напряжения, калибратор программируемый П320 – калибратора напряжения.

8.5.5.2 Номинальное сопротивление MC3005 и сопротивления  $R_{доб}$  выбирать согласно таблице 7.

8.5.5.3 Перевести переключатель SW1 в положение "1", переключатель SW2 в положение "P3003". Выставить комплектный ноль на P3003 в соответствии с документацией на компаратор.

8.5.5.4 Перевести переключатель SW1 в положение "2", SW2 в положение "P3003".

8.5.5.5 Выставить на магазине сопротивлений R1 сопротивление 1,9 Ом (проверяемая точка), на магазине сопротивлений  $R_{доб}$  выставить сопротивление в соответствии с таблицей 7.

8.5.5.6 Измерить при помощи P3003 (переключатель на компараторе в положении "U2") падение напряжения  $U_{MC3005}$  на сопротивлении MC3005.

8.5.5.7 Измерить при помощи P3003 (переключатель на компараторе в положении "U1") падение напряжения  $U_{P4831}$  на магазине сопротивлений R1.

8.5.5.8 Перевести переключатель SW2 в положение "КС".

8.5.5.9 Настроить калибратор на измерение сопротивления с ТС типа 10П (1,391).

8.5.5.10 Зарегистрировать показания калибратора  $t_{КС}$ .

8.5.5.11 Выполнить операции 8.4.5.9, 8.4.5.10 поочередно для всех типов проверяемых ТС, указанных в графе "Проверяемые типы термопреобразователей сопротивления" для данной проверяемой точки в таблице 7.

8.5.5.12 Рассчитать уточненное значение сопротивления магазина R1  $R_{P4831}$ , Ом, по формуле (11).

8.5.5.13 Определить по рассчитанному значению  $R_{P4831}$  соответствующую температуру  $t_{P4831}$  в соответствии с НСХ по ГОСТ Р 8.625 для каждого типа проверяемого ТС в текущей строке таблицы 7.

8.5.5.14 Определить значение абсолютной погрешности калибратора при измерении сопротивления ТС с преобразованием в температуру для каждого типа проверяемого ТС в текущей строке таблицы 7 по формуле

$$\Delta t = t_{КС} - t_{P4831}, \quad (13)$$

где  $t_{КС}$  - показания калибратора, °С;

$t_{P4831}$  - значение температуры, соответствующее рассчитанному значению  $R_{P4831}$ , °С.

8.5.5.15 Выполнить операции 8.5.5.3-8.5.5.14 поочередно для всех значений сопротивлений, указанных в графе "Проверяемые точки" таблицы 7. Операцию 8.5.5.3 выполнять при необходимости.

8.5.5.16 Абсолютная погрешность при измерении сопротивления термометров сопротивления в эквивалентных значениях температуры должна быть в интервале  $\pm(1,5 \cdot 10^{-2} + 2,5 \cdot 10^{-4} \cdot |t|)$  °С, где t – значение температуры, соответствующее сопротивлению термометра сопротивления, °С.

Таблица 7 – Контрольные точки при определении абсолютной погрешности при измерении сопротивления термометров сопротивления с преобразованием в температуру

Номинальное сопротивление меры МС3005, Ом	Проверяемые точки, Ом	R <sub>доб</sub> , Ом	Проверяемые типы термометров сопротивления
10	1,9	238,1	10П (1,391)
10	19	221	10П (1,391)
10	31,7	208,3	10П (1,391)
100	19	881	50П (1,391); 50П (1,385); 100П (1,391); 100П (1,385)
100	40	860	50М (1,428)
100	66	834	50М (1,428)
100	85	815	50М (1,428); 50П (1,391); 50П (1,385); 100М (1,428)
100	144	756	50П (1,391); 50П (1,385); 100М (1,428); 500П (1,391); 500П (1,385)
100	180	720	100П (1,391); 100П (1,385); 100М (1,428)
100	313,7	586,3	100П (1,391); 100П (1,385); 1000П (1,391); 1000П (1,385)
1000	879,3	8120,7	500П (1,391); 500П (1,385)
1000	1568	7432	500П (1,391); 500П (1,385); 1000П (1,391); 1000П (1,385)
1000	3137	5863	1000П (1,391); 1000П (1,385)

8.5.6 Определение абсолютной погрешности при измерении ТЭДС термоэлектрических преобразователей с преобразованием в температуру в режиме измерения с автоматической компенсацией свободных концов

8.5.6.1 Собрать рабочее место согласно схеме приложения К. Устройство компенсации УК-5 и эталонный термометр сопротивления ЭТС-100 поместить в камеру пассивного термостатирования с температурой (15-25) °С и расположить как можно ближе друг к другу. Выдерживать УК-5 и ЭТС-100 в таком состоянии 30 минут для установления теплового равновесия.

8.5.6.2 Подготовить используемое оборудование к работе в соответствии с эксплуатационной документацией.

14.07.18  
 14.07.18  
 14.07.18



8.5.6.3 Настроить калибратор на измерение ТЭДС термопары ТХА(К) с автоматической компенсацией свободных концов.

8.5.6.4 Измерить сопротивление ЭТС-100  $R_{ЭТС}$  с помощью В7-54/3 в режиме измерения по четырехпроводной схеме, определяя сопротивление с учетом трех знаков после запятой.

8.5.6.5 Определить температуру ЭТС-100  $t_{ЭТС}$ , соответствующую сопротивлению  $R_{ЭТС}$ , пользуясь указаниями эксплуатационной документации на ЭТС-100.

8.5.6.6 Определить по рассчитанному значению  $t_{ЭТС}$  соответствующее значение напряжения  $U$  в соответствии с НСХ термопары ТХА(К) по ГОСТ Р 8.585.

8.5.6.7 Подать на УК-5 с компаратора напряжение, рассчитанное в 8.5.6.6.

8.5.6.8 В течение последующих 30 секунд зафиксировать измеренные калибратором значения температуры, определив минимальное и максимальное значения. Из двух полученных значений найти максимальное по модулю отличающееся от нуля. Полученное значение принять за абсолютную погрешность компаратора при измерении ТЭДС термопары ТХА(К) с автоматической компенсацией свободных концов.

8.5.6.9 Повторить операции по 8.5.6.2-8.5.6.8 для термопар ТХК(L), ТПП(S).

8.5.6.10 Значения абсолютной погрешности при измерении ТЭДС термоэлектрического преобразователя в режиме измерения с автоматической компенсацией свободных концов не должны превышать в эквивалентных значениях температуры  $\pm 0,6$  °С для ТХА(К) и ТХК(L) и  $\pm 0,8$  °С для ТПП(S).

8.6 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности воспроизведения заданной температуры

8.6.1 Подготовить калибратор к работе в соответствии с РЭ.

8.6.2 Собрать рабочее место согласно схеме приложения Ж. Подсоединить ТСП 0307 к разьему  $R_{обр}$  калибратора. Настроить компаратор напряжения Р3003 на работу в режиме измерителя напряжения, калибратор программируемый П320 –калибратора напряжения.

8.6.3 Пределы диапазона для Р3003 и П320 и выходное напряжение П320 выбирать согласно приложению Ж. Сопротивление  $R_{доб}$  и номинальное сопротивление МС3005 выбирать согласно таблице 4.

8.6.4 Вставить в колодец калибратора выравнивающий блок, в центральное отверстие диаметром 5,3 мм поместить ЭТС-100, опуская его до соприкосновения с дном. В соседнее отверстие диаметром 5,3 мм поместить ТСП 0307, опуская его до соприкосновения с дном.

8.6.5 Вывести калибратор на температурный режим минус 10 °С (для калибратора КС 100-1) и плюс 50 °С (для калибратора КС 600-1), пользуясь указаниями РЭ.

8.6.6 Выставить на магазине сопротивлений  $R_{доб}$  в соответствии с таблицей 4.

8.6.7 Через 30 минут после достижения температурного режима перевести переключатель SW1 в положение "1". Выставить комплектный ноль на Р3003 в соответствии с документацией на компаратор.

8.6.8 Перевести переключатель SW1 в положение "2".

8.6.9 Измерить при помощи Р3003 (переключатель на компараторе в положении "U2") падение напряжения  $U_{МС3005\_ЭТС}$  на сопротивлении МС3005.

8.6.10 Измерить при помощи Р3003 (переключатель на компараторе в положении "U1") падение напряжения  $U_{ЭТС}$  на термометре ЭТС-100.

8.6.11 Не позднее 30 секунд после выполнения предыдущей операции считать с индикатора калибратора показания текущей температуры регулятора  $t_{рег}$  и температуры ТСП 0307 (в строке "ТСИ")  $t_{ТСП}$ .

8.6.12 Рассчитать значение сопротивления ЭТС-100  $R_{ЭТС}$ , Ом, по формуле (7).

8.6.13 Определить температуру ЭТС-100  $t_{ЭТС}$ , соответствующую сопротивлению  $R_{ЭТС}$ , пользуясь указаниями эксплуатационной документации на ЭТС-100.

8.6.14 Определить абсолютную погрешность воспроизведения заданной температуры для случая использования калибратора без ТСИ по формуле

$$\Delta_{\theta} = t_{PEГ} - t_{ЭТС}, \quad (14)$$

где  $t_{ЭТС}$  - значение температуры, зарегистрированное ЭТС-100, °С;

$t_{PEГ}$  - текущее значение температуры регулятора, °С.

8.6.15 Определить абсолютную погрешность воспроизведения заданной температуры для случая использования калибратора с ТСИ по формуле

$$\Delta_{\theta\_TСП} = t_{TСП} - t_{ЭТС}, \quad (15)$$

где  $t_{TСП}$  - значение температуры, зарегистрированное ТСП 0307, °С.

8.6.16 Повторить операции по 8.6.5-8.6.15 при температурных режимах калибратора 45, 100 °С (для калибратора КС 100-1) и 300, 600 °С (для калибратора КС 600-1).

8.6.17 Абсолютная погрешность воспроизведения заданной температуры должна быть в интервале:

$\pm(0,1+1 \cdot 10^{-3} \cdot |t|)$  °С без использования ТСИ;

$\pm(0,05+6 \cdot 10^{-4} \cdot |t|)$  °С с использованием ТСИ,

где  $t$  - значение воспроизводимой температуры, °С.

8.7 Определение нестабильности поддержания температуры

8.7.1 Вставить в колодец калибратора выравнивающий блок, в центральное отверстие диаметром 5,3 мм поместить ЭТС-100, опуская его до соприкосновения с дном. Подключить соединительные провода к вольтметру универсальному В7-54/3 (далее В7-54/3) по четырехпроводной схеме включения.

8.7.2 Вывести калибратор на температурный режим минус 10 °С (для калибратора КС 100 1) и плюс 50 °С (для калибратора КС 600-1), пользуясь указаниями РЭ.

8.7.3 Через 10 минут после достижения установившегося режима 10 раз измерить сопротивление  $R_i$ ,  $i=1-10$  ЭТС-100 с помощью В7-54/3, определяя сопротивление ЭТС-100 с учетом трех знаков после запятой при каждом измерении. Интервалы между измерениями 3 минуты.

8.7.4 По результатам 8.7.3 рассчитать среднее значение сопротивления ЭТС-100 по формуле

$$\bar{R} = \frac{1}{10} \sum R_i \quad (16)$$

8.7.5 Из полученных значений сопротивлений  $R_1, \dots, R_{10}$ , выбрать минимальное и максимальное значение и принять их за  $R_{\min}$  и  $R_{\max}$ .

8.7.6 Определить значения температуры  $t_{CP}$ ,  $t_{\min}$ ,  $t_{\max}$ , соответствующие сопротивлениям  $\bar{R}$ ,  $R_{\min}$ ,  $R_{\max}$ , пользуясь указаниями эксплуатационной документации на ЭТС-100.

8.7.7 Рассчитать верхнее предельное отклонение температуры  $t_B$  по формуле

$$t_B = t_{\max} - t_{CP} \quad (17)$$

8.7.8 Рассчитать нижнее предельное отклонение температуры  $t_H$  по формуле

$$t_H = t_{\min} - t_{CP} \quad (18)$$

8.7.9 Повторить операции по 8.7.2-8.7.8 при температурных режимах калибратора 45, 100 °С (для калибратора КС 100-1) и 300, 600 °С (для калибратора КС 600-1).

8.7.10 Значения верхнего и нижнего предельных отклонений  $t_B$ ,  $t_H$  должны быть в интервале  $\pm(0,02+1 \cdot 10^{-4} \cdot |t|)$  °С, где  $t$  - значение воспроизводимой температуры, °С.

8.8 Определение горизонтального перепада температуры между колодцами выравнивающего блока

8.8.1 Вставить в колодец калибратора выравнивающий блок, в центральное отверстие диа-



метром 5,3 мм поместить ЭТС-100, опуская его до соприкосновения с дном. Подключить соединительные провода к вольтметру универсальному В7-54/3 по четырехпроводной схеме включения.

8.8.2 Вывести калибратор на температурный режим минус 10 °С (для калибратора КС 100-1) и +50 °С (для калибратора КС 600-1), пользуясь указаниями РЭ.

8.8.3 Через 15 минут после достижения установившегося режима измерить сопротивление ЭТС-100  $R_{ЭТС}$  с помощью В7-54/3, определяя сопротивление ЭТС-100 с учетом трех знаков после запятой.

8.8.4 Дважды повторить операции по 8.8.3, измеряя сопротивления  $R_2$  и  $R_3$ . Интервалы между измерениями должны составлять не менее 3 мин.

8.8.5 Рассчитать значение сопротивления  $R_{Ц}$  ЭТС-100 в центре по формуле

$$R_{Ц} = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{3}, \quad (19)$$

8.8.6 Определить температуру  $t_{Ц}$ , соответствующую измеренному сопротивлению  $R_{Ц}$ , пользуясь указаниями эксплуатационных документов на ЭТС-100.

8.8.7 Переместить ЭТС-100 в боковое отверстие диаметром 5,3 мм (см. приложение А) и определить значение сопротивления  $R_0$  ЭТС-100 и соответствующее ему значение температуры  $t_0$ , выполняя операции 8.8.3-8.8.6.

8.8.8 Развернуть выравнивающий блок с ЭТС-100 приблизительно на 90° по часовой стрелке и определить значение сопротивления  $R_{90}$  ЭТС-100 и соответствующую ему температуру  $t_{90}$ , выполняя операции по 8.8.3-8.8.6.

8.8.9 Повторить операции по 8.8.8 и определить температуру  $t_{180}$ .

8.8.10 Повторить операции по 8.8.8 и определить температуру  $t_{270}$ .

8.8.11 Определить горизонтальный перепад температуры между колодцами как максимальную разность между измеренными значениями температуры  $t_{Ц}$ ,  $t_0$ ,  $t_{90}$ ,  $t_{180}$ ,  $t_{270}$ .

8.8.12 Повторить операции по 8.8.2-8.8.11, установив температурный режим в калибраторе 100 °С (для калибратора КС 100-1) и 600 °С (для калибратора КС 600-1).

8.8.13 Значение горизонтального перепада температуры между колодцами выравнивающего блока должно быть в интервале  $\pm(0,03+4 \cdot 10^{-4} \cdot |t|)$  °С, где  $t$  – значение воспроизводимой температуры, °С.

8.9: Определение вертикального перепада температуры в изотермической рабочей зоне (0-40) мм от дна колодца выравнивающего блока производится следующим образом.

8.9.1 Подготовить калибратор к работе в соответствии с РЭ.

8.9.2 Собрать рабочее место согласно схеме приложения Д.

8.9.3 Вставить в колодец калибратора выравнивающий блок. Установить опорный и измерительный ЭЧП в держатели штатива и опустить их в отверстия выравнивающего блока до касания с дном. Поднять ЭЧП на (1-2) мм и закрепить их. ЭЧП должны быть установлены в соседние колодцы выравнивающего блока: опорный в колодец диаметром 6,5 мм, измерительный в колодец диаметром 5,3 мм (см. приложение А). Поднять измерительный ЭЧП на 4 см.

8.9.4 Вывести калибратор на температурный режим минус 10 °С (для калибратора КС 100-1) и плюс 50 °С (для калибратора КС 600-1), пользуясь указаниями РЭ.

8.9.5 Через 10 минут после выхода на стационарный режим установить переключатель в положение опорного ЭЧП "R2" и измерить сопротивление  $R_{R4}$  опорного ЭЧП с помощью В7-54/3, определяя сопротивление ЭЧП с учетом трех знаков после запятой.

8.9.6 Установить переключатель в положение измерительного ЭЧП "R1" и измерить сопротивление  $R_{M4}$  измерительного ЭЧП.

8.9.7 Рассчитать значения температуры  $t_{R4}$ ,  $t_{M4}$  по результатам измерений сопротивлений  $R_{R4}$ ,  $R_{M4}$  по формуле 1.

8.9.8 Результаты вычислений округлить до 0,001 °С.

- 8.9.9 Рассчитать разность температур по формуле 2.
- 8.9.10 Опустить измерительный ЭЧП на 4 см и определить разность температур  $\Delta t_0$  между измерительным и опорным ЭЧП. Измерения проводить не менее чем через 3 минуты после перемещения измерительного ЭЧП.
- 8.9.11 Рассчитать вертикальный перепад температуры как разницу между  $\Delta t_0$  и  $\Delta t_4$ .
- 8.9.12 Повторить операции по 8.9.3-8.9.11 при температурных режимах калибратора 45, 100 °С (для калибратора КС 100-1) и 300, 600 °С (для калибратора КС 600-1).
- 8.9.13 Значение вертикального перепада температуры в изотермической рабочей зоне (0-40) мм от дна колодца выравнивающего блока должно быть в интервале  $\pm(0,03+4 \cdot 10^{-4} \cdot |t|)$  °С, где  $t$  – значение воспроизводимой температуры, °С.

## 9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

- 9.1 Результаты поверки занести в протокол с указанием всех значений результатов измерений. Рекомендуемая форма протокола приведена в приложении Л.
- 9.2 При положительных результатах первичной поверки калибратор признать годным к эксплуатации, в паспорте поставить оттиск поверительного клейма в соответствии с ПР 50.2.007, оформить свидетельство о поверке в соответствии с ПР 50.2.006.  
В свидетельство о поверке занести результаты поверки в соответствии с приложением М (обязательным).
- 9.3 При положительных результатах периодической поверки оформить свидетельство о поверке в соответствии с ПР 50.2.006.  
В свидетельство о поверке занести результаты поверки в соответствии с приложением М (обязательным).
- 9.4 При положительных результатах поверки на защитной крышке над переключателем «Калибровка» на нижнем основании калибратора поставить пломбу организации, проводившей поверку калибратора, с оттиском поверительного клейма.
- 9.5 При положительных результатах поверки в приложение А паспорта ДДШ 2.998.016 ПС занести коэффициенты внешнего термометра сопротивления с индивидуальной градуировкой ТСП 0307.
- 9.6 При отрицательных результатах поверки калибратор к применению не допускать, свидетельство о поверке аннулировать, оттиск клейма погасить или стереть, выдать извещение о непригодности с указанием причин в соответствии с требованиями ПР 50.2.006, в паспорте указать: «К применению не пригоден. Подлежит ремонту».

Разработал:

Зав.лабораторией ФГУП «УНИИМ»



В.В.Казанцев

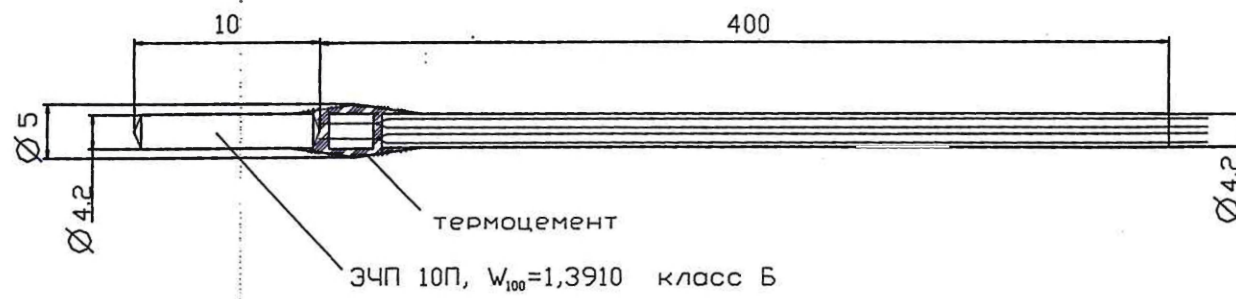
14/05/88  
 85941



МШ УГ-201-...

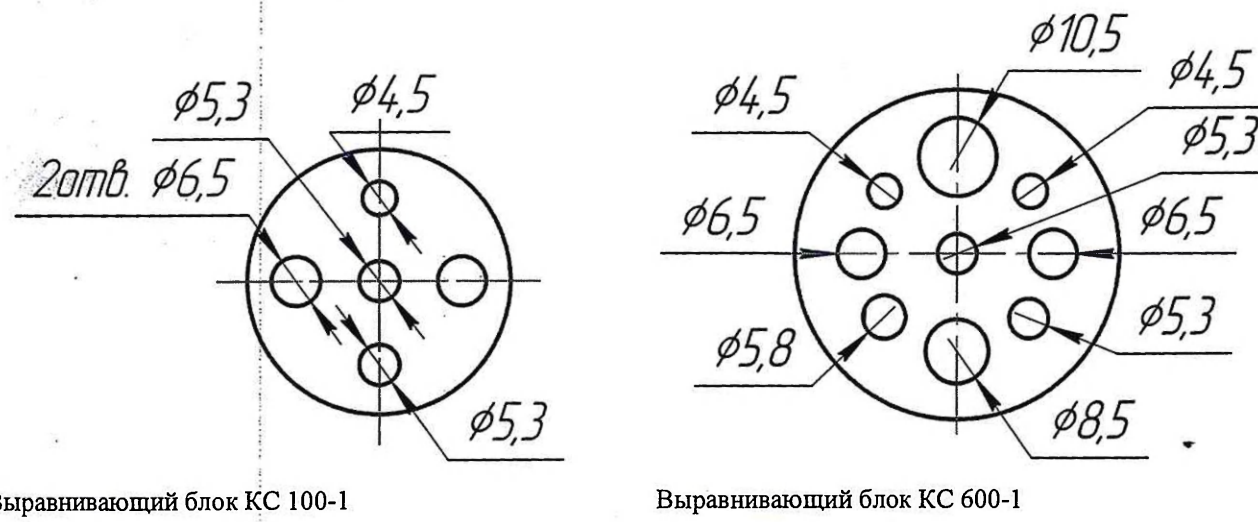
### Приложение А (рекомендуемое)

ЭЧП и блоки для определения перепада температуры в калибраторах КС 100-1 и КС 600-1



- 1 Выводы вести проволокой из палладия диаметром 0,3 мм через четырехканальную керамическую трубку диаметром 4,2 мм.
- 2 К каждому выводу ЭЧП должен быть припаян провод МГТФ 0,12 длиной 1,5 м, места паяк должны быть изолированы.

Рисунок А.1 – ЭЧП



Выравнивающий блок КС 100-1

Выравнивающий блок КС 600-1

Рисунок А.2 – Выравнивающие блоки с колодцами, применяемые в калибраторах КС 100-1 и КС 600-1

14658  
14.7.08

**Приложение Б**  
(справочное)

Выводимые на индикатор калибратора символы и значения

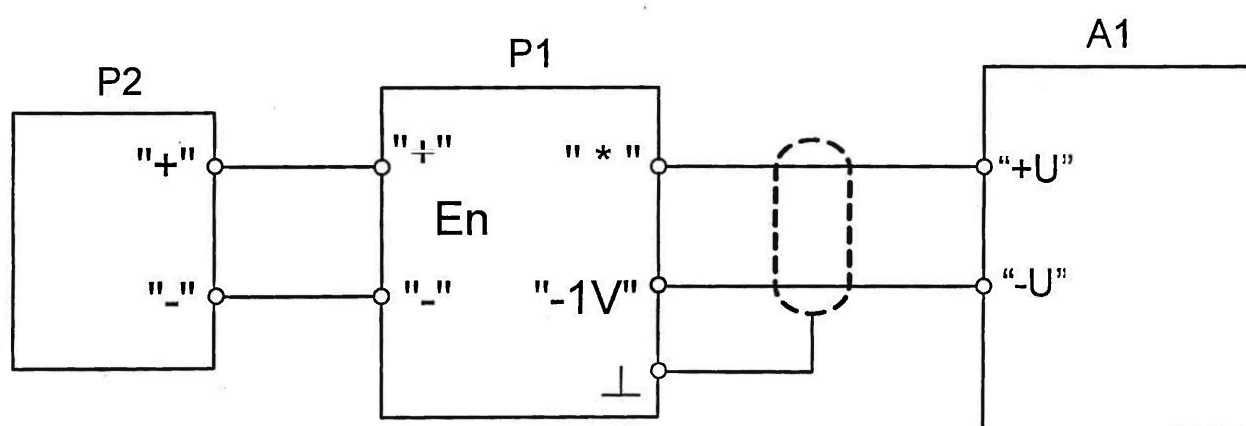


Примечание - Числовые значения параметров показаны условно.

80.4.11  
1859/11



**Приложение В**  
(рекомендуемое)



A1 - калибратор температуры сухоблочный КС 100-1 (КС 600-1);

P1 - компаратор напряжения Р3003 в режиме калибратора напряжения, предел 1В;

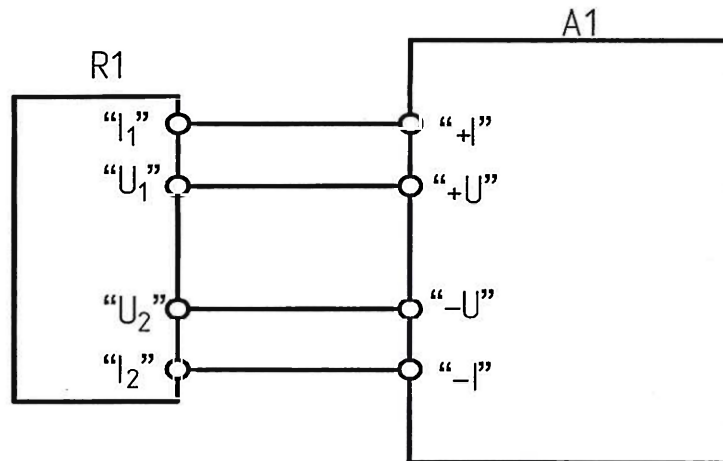
P2 - мера напряжения МН-3.

Рисунок В.1- Схема подключения оборудования для проведения обновления коэффициентов коррекции по внешнему опорному напряжению, для определения абсолютной погрешности калибратора при измерении напряжения и ТЭДС термоэлектрических преобразователей с преобразованием в температуру без компенсации свободных концов

Примечание. Электрические цепи вести медным проводом сечением не менее 0,2 мм<sup>2</sup>.

87441  
1468

Приложение Г  
(рекомендуемое)



A1 - калибратор температуры сухоблочный КС 100-1 (КС 600-1);

R1 - мера сопротивления МС3005.

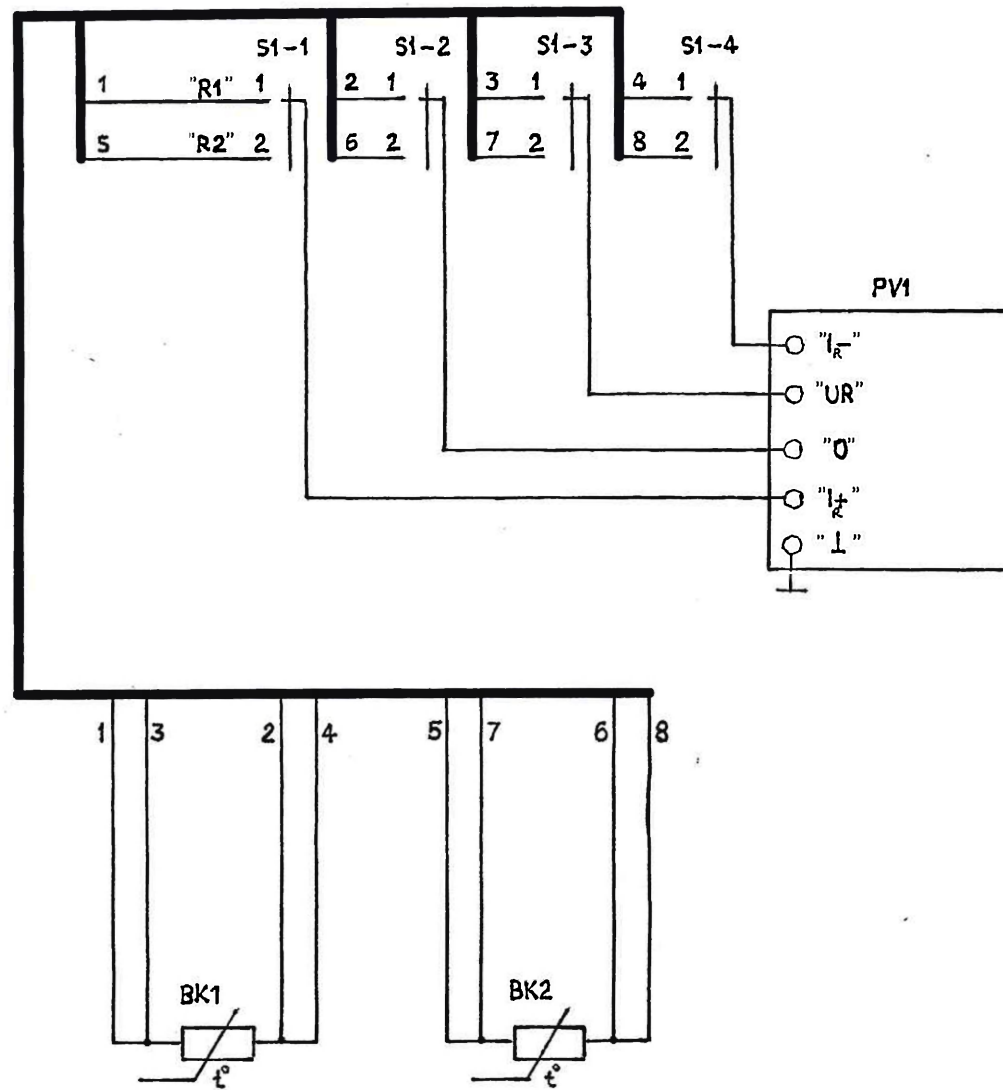
Рисунок Г.1- Схема подключения оборудования для проведения обновления коэффициентов коррекции по внешнему опорному сопротивлению

Примечание. Электрические цепи вести медным проводом сечением не менее 0,2 мм<sup>2</sup>.

14658  
14.11  
15946



Приложение Д  
(рекомендуемое)



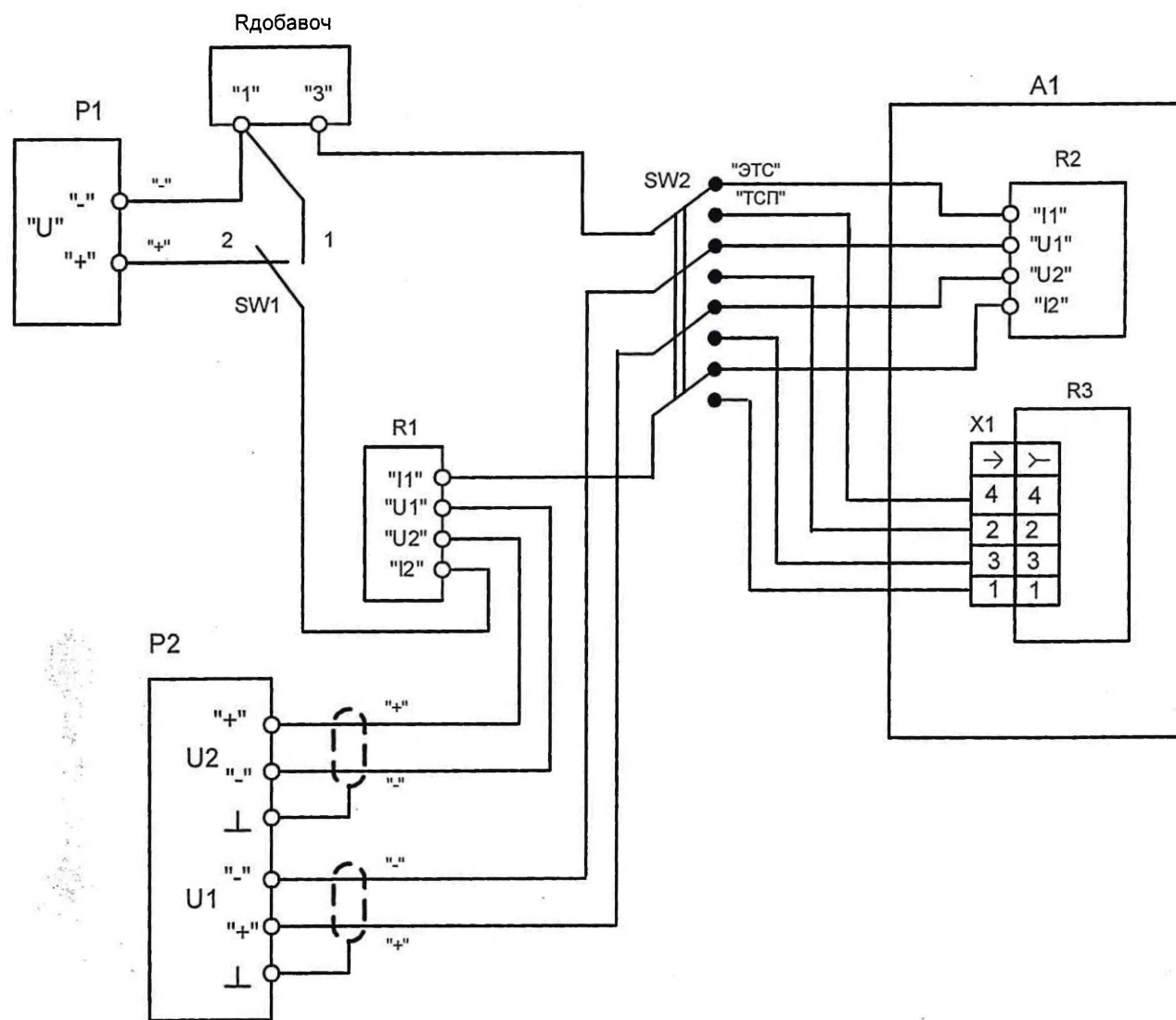
БК1 – элемент чувствительный платиновый ЭЧП (измерительный);  
 БК2 – элемент чувствительный платиновый ЭЧП (опорный);  
 PV1 – вольтметр универсальный В7-54/3;  
 S1 – переключатель на два положения и четыре направления.

Рисунок Д.1-Схема подключения оборудования для определения вертикального перепада температуры в калибраторе

Примечания:  
 1 Режим измерения В7-54/3 – измерение сопротивления по четырехпроводной схеме.  
 2 Электрические цепи вести медным проводом сечением не менее 0,2 мм<sup>2</sup>

00.4.14  
 Р.С.Я.Н.

Приложение Е  
(рекомендуемое)



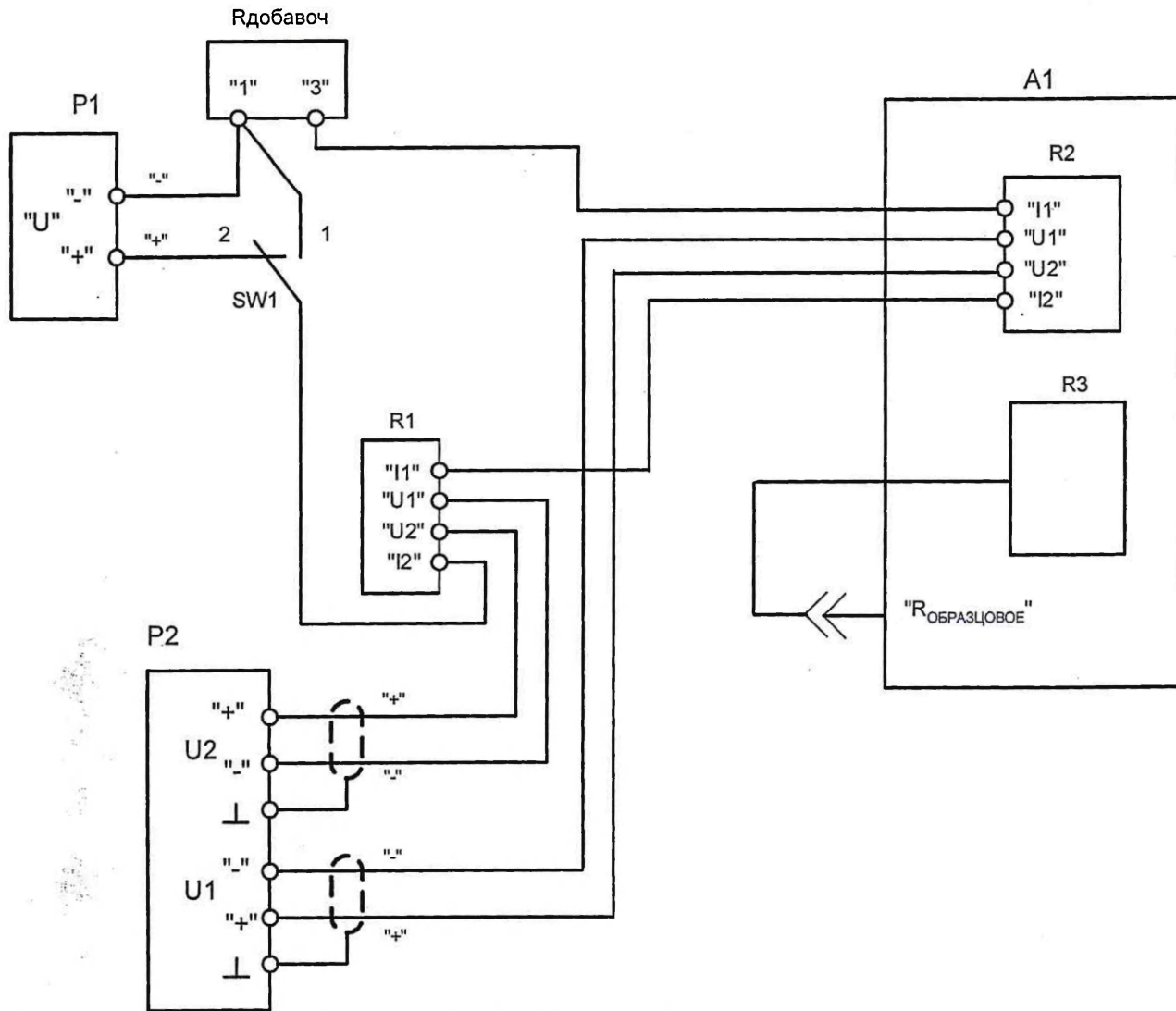
- A1 - калибратор температуры сухоблочный КС 100-1 (КС 600-1);  
 P1 - калибратор программируемый ПЗ20 в режиме калибратора напряжения;  
 P2 - компаратор напряжения Р3003 в режиме измерителя напряжения;  
 Rдобавоч - магазин сопротивлений Р4831;  
 R1 - мера сопротивления МС3005 (Rном. – согласно методике);  
 R2 – термометр сопротивления эталонный ЭТС-100;  
 R3 – термометр сопротивления с индивидуальной градуировкой ТСП 0307;  
 SW1 - переключатель на два положения и одно направление;  
 SW2 - переключатель на два положения и четыре направления;  
 X1 – вилка РС4ТВ.

Рисунок Е.1- Схема подключения оборудования при градуировке внешнего термометра сопротивления с индивидуальной градуировкой ТСП 0307

- Примечания:  
 1 Предел Р3003 выбирать 1В.  
 2 Выходное напряжение ПЗ20 выбирать равным 1 В на пределе 1 В.  
 3 Электрические цепи вести медным проводом сечением не менее 0,2 мм<sup>2</sup>.



Приложение Ж  
(рекомендуемое)



- A1 - калибратор температуры сухоблочный КС 100-1 (КС 600-1);  
 P1 - калибратор программируемый П320 в режиме калибратора напряжения;  
 P2 - компаратор напряжения Р3003 в режиме измерителя напряжения;  
 Rдобавоч - магазин сопротивлений Р4831;  
 R1 - мера сопротивления МС3005 (Rном. – согласно методике);  
 R2 – термометр сопротивления эталонный ЭТС-100;  
 R3 – термометр сопротивления с индивидуальной градуировкой ТСП 0307;  
 SW1 - переключатель на два положения и одно направление.

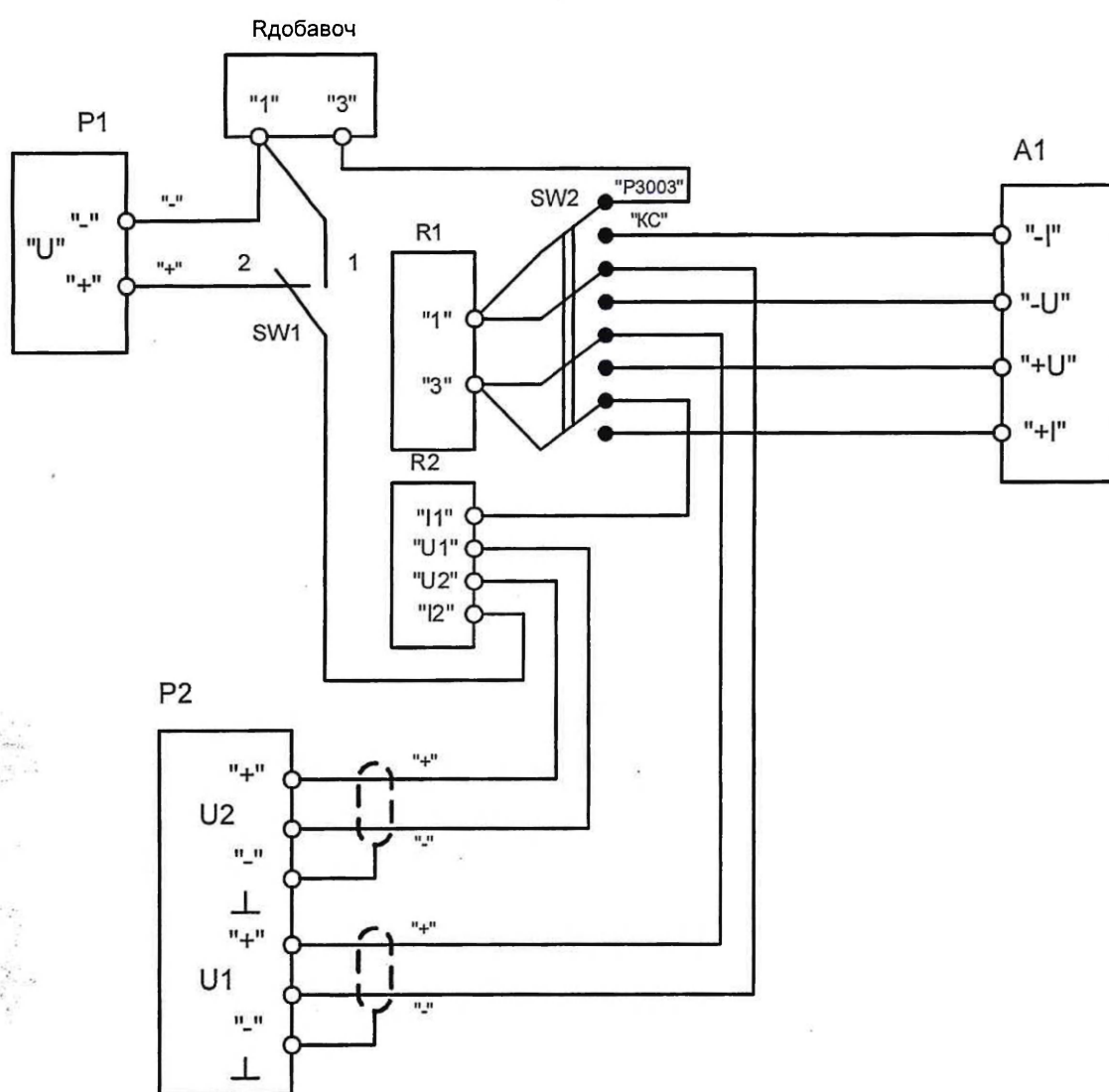
Рисунок Ж.1- Схема подключения оборудования для проведения обновления коэффициентов коррекции по внешнему эталонному термометру сопротивления, для определения абсолютной погрешности воспроизведения заданной температуры

Примечания:

- 1 Предел Р3003 выбирать 1В.
- 2 Выходное напряжение П320 выбирать равным 1 В на пределе 1 В.
- 3 Электрические цепи вести медным проводом сечением не менее 0,2 мм<sup>2</sup>.

14608  
 14.11.11  
 [Signature]

Приложение И  
(рекомендуемое)



- A1 - калибратор температуры сухоблочный КС 100-1 (КС 600-1);
- P1 - калибратор программируемый ПЗ20 в режиме калибратора напряжения;
- P2 - компаратор напряжения P3003 в режиме измерителя напряжения;
- R1, Rдобавоч - магазин сопротивлений P4831;
- R2 - мера сопротивления МС3005 (Rном. – согласно методике);
- SW1 - переключатель на два положения и одно направление;
- SW2 - переключатель на два положения и четыре направления.

Рисунок И.1- Схема подключения оборудования для определения абсолютной погрешности калибратора при измерении сопротивления и сопротивления ТС с преобразованием в температуру

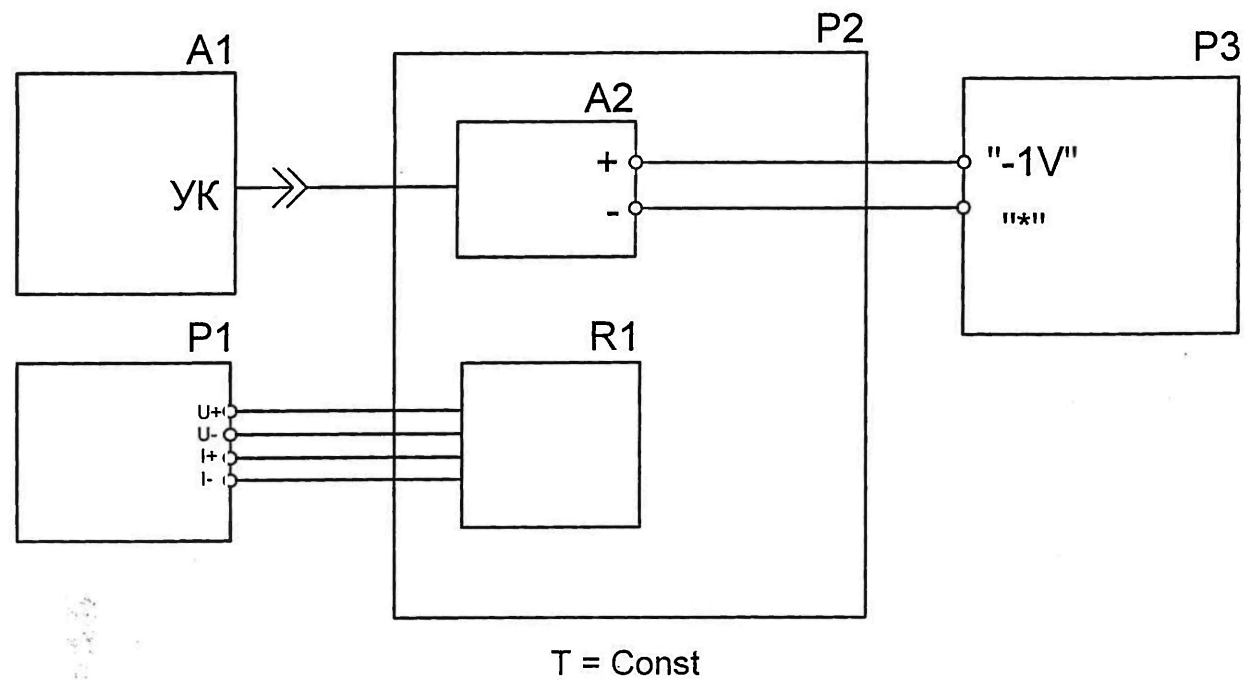
Примечания:

- 1 Предел P3003 выбирать 1В.
- 2 Выходное напряжение ПЗ20 выбирать равным 1 В на пределе 1 В.
- 3 Электрические цепи вести медным проводом сечением не менее 0,2 мм<sup>2</sup>.

14.11.00  
 А.В.М.



Приложение К  
(рекомендуемое)



A1 – калибратор температуры сухоблочный КС 100-1 (КС 600-1);

A2 – устройство компенсации УК-5;

P1 – вольтметр универсальный В7-54/3;

P2 – камера пассивного термостатирования;

P3 – компаратор напряжения Р3003;

R1 – термометр сопротивления эталонный ЭТС-100.

Рисунок К.1- Схема подключения оборудования для определения абсолютной погрешности калибратора при измерении ТЭДС термоэлектрических преобразователей с преобразованием в температуру с автоматической компенсацией свободных концов

Примечания:

1 Р3003 - в режиме калибратора напряжения. Предел Р3003 - "1В";

2 В7-54 – в режиме измерения сопротивления (по четырехпроводной схеме).

3 Электрические цепи вести медным проводом сечением не менее 0,2 мм<sup>2</sup>.

**Приложение Л**  
(рекомендуемое)

Форма протокола поверки

Протокол № от

поверки калибратора КС \_ 00-1, зав. №  
в соответствии с документом "ГСИ. Калибраторы температуры сухоблочные КС.  
Методика поверки"  
МП 07-221-2008

1 Принадлежит

2 Средства поверки (зав.№ , номер свидетельства о поверке и дата выдачи)

-

-

-

-

-

-

3 Условия поверки:

-температура окружающего воздуха

-относительная влажность окружающего воздуха

-атмосферное давление

4 Результаты внешнего осмотра

5 Результаты проверки электрического сопротивления изоляции

6 Результаты проверки электрической прочности изоляции

7 Результаты опробования

8 Результаты проверки диапазона и определение абсолютной погрешности при измерении (преобразовании) входного сигнала напряжения и сопротивления

Результаты приведены в таблицах Л.1-Л.5.

Таблица Л.1

Измеряемая величина	Проверяемые точки, мВ	КС 00-1		Значение параметра по ТУ, мВ
		U <sub>изм.</sub> , мВ	ΔU, мВ	
Напряжение постоянного тока	-300			
	-150			
	0			
	150			
	300			

11.12.00

Таблица Л.2

Измеряемая величина	Уст, мВ	tуст, °C	КС 00-1		Значение параметра по ТУ, °C
			tизм, °C	Δt, °C	
ТЭДС ТХА(К)	-5,891	-200			
	0	0			
	16,397	400			
	33,275	800			
	52,410	1300			
ТЭДС ТХК(L)	-9,488	-200			
	0	0			
	22,843	300			
	49,108	600			
	66,466	800			
ТЭДС ТПШ(S)	0	0			
	3,259	400			
	7,345	800			
	11,951	1200			
	18,609	1760			

Таблица Л.3

Измеряемая величина	Диапазон измерения	ток p, °C	Уточненное сопротивление, Ом	Сопр-е Rдоб, Ом	Проверяемые точки, Ом	U <sub>МС300</sub> <sub>5</sub> , мВ	U <sub>Р483</sub> <sub>1</sub> , мВ	Уточненное R <sub>Р4831</sub> , Ом	КС 00-1		Значение параметра по ТУ, Ом	
									Rизм, Ом	ΔR, Ом		
Сопротивление постоянному току	от 0 до 30 Ом			239	1							
				225	15							
				210	30							
	от 0 до 300 Ом			850	50							
				750	150							
				600	300							
	от 0 до 3000 Ом			8500	500							
				7500	1500							
				6000	3000							

Таблица Л.4

Измеряемая величина	R <sub>ЭТС</sub> , Ом	t <sub>ЭТС</sub> , °C	U, мВ	т <sub>изм</sub> , °C (с УК-5 № )	Значение параметра по ТУ, °C
				КС 00-1	
ТЭДС ТХА(К)					
ТЭДС ТХК(L)					
ТЭДС ТПШ(S)					





10 Результаты определения нестабильности поддержания температуры  
 Результаты приведены в таблице Л.7

Измеряемая величина	Тип прибора	t проверки, °C	R <sub>i</sub> , i=1...5, Ом	R <sub>i</sub> , i=5...10, Ом	R <sub>ср</sub> , Ом	R <sub>min</sub> , Ом	R <sub>max</sub> , Ом	t <sub>ср</sub> , °C	t <sub>min</sub> , °C	t <sub>max</sub> , °C	t <sub>в</sub> , °C	t <sub>н</sub> , °C	Значение параметра по ТУ, °C		
Нестабильность поддержания температуры	КС _00 -1														

11 Результаты проверки горизонтального перепада температуры между колодцами выравнивающего блока

Результаты приведены в таблице Л.8

Таблица Л.8

Измеряемая величина	Тип прибора	t проверки, °C	Расположение ЭТС	R <sub>i</sub> , i=1...3, Ом	R <sub>ср</sub> , Ом	t, °C	Гориз. перепад, °C	Значение параметра по ТУ, °C	
Горизонтальный перепад температуры между колодцами выравнивающего блока	КС _00-1		центр						
			0°						
			90°						
			180°						
			270°						
			центр						
			0°						
			90°						
			180°						
			270°						

14058  
 14.11.00

МЛ 07-221-2008

12 Результаты проверки вертикального перепада температуры в изотермической рабочей зоне (0-40) мм от дна колодца выравнивающего блока  
 Результаты приведены в таблице Л.9.  
 Таблица Л.9

Измеряемая величина	Тип калибратора	t проверки, °С	Расположение измерит. ЭЦП, см	Rоп, Ом	Rизм, Ом	tоп, °С	tизм, °С	Δti, °С	Верт. перепад, °С	Значение параметра по ТУ, °С	
Вертикальный перепад температуры	КС _00-1		0								
			4								
			0								
			4								
			0								
			4								

Выводы по результатам поверки \_\_\_\_\_

Выдано свидетельство о поверке (извещение о непригодности)

№ \_\_\_\_\_ от "\_\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Поверку проводил \_\_\_\_\_  
 подпись (Ф.И.О)

« » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

174058 / 1741100



**Приложение М**  
(обязательное)

Оборотная сторона свидетельства о поверке

**РЕЗУЛЬТАТЫ ПОВЕРКИ:**

Измеряемая величина	Проверяемые точки	Полученное значение	Допустимое значение
Абсолютная погрешность при измерении напряжения постоянного тока	-300 мВ		
	-150 мВ		
	0 мВ		
	150 мВ		
	300 мВ		
Абсолютная погрешность при измерении сопротивления постоянному току	1 Ом		
	15 Ом		
	30 Ом		
	50 Ом		
	150 Ом		
	300 Ом		
	500 Ом		
	1500 Ом		
Абсолютная погрешность воспроизведения заданной температуры с использованием внешнего ТСИ	начало диапазона: °С		
	середина диапазона: °С		
	конец диапазона: °С		
Абсолютная погрешность воспроизведения заданной температуры без использования внешнего ТСИ	начало диапазона: °С		
	середина диапазона: °С		
	конец диапазона: °С		
Нестабильность поддержания температуры	начало диапазона: °С		
	середина диапазона: °С		
	конец диапазона: °С		
Горизонтальный перепад температуры	начало диапазона: °С		
	конец диапазона: °С		
Вертикальный перепад температуры	начало диапазона: °С		
	середина диапазона: °С		
	конец диапазона: °С		

Поверитель \_\_\_\_\_ /Ф.И.О./

Дата

Поверитель  
 \_\_\_\_\_  
 МН 02-221-2000

