

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
УРАЛЬСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ  
(ФГУП «УНИИМ»)

СОГЛАСОВАНО

Директор

ООО НПЦ «МИРОНОМИКА»

 В.Н. Крамаренко

«28» 12 2018 г.



УТВЕРЖДАЮ

Директор ФГУП «УНИИМ»

 С.В. Медведевских

«28» 12 2018 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

**Приборы мониторинга температуры трансформатора  
ТМТ2**

Методика поверки  
МП 94-221-2018

Екатеринбург  
2018

Разработана: Федеральным государственным унитарным предприятием  
Уральский научно – исследовательский институт метрологии (ФГУП «УНИИМ»)

Исполнители: Соколова Е.В., инженер 1 категории ФГУП «УНИИМ»;  
Буслаев А.Ф., технический руководитель ООО НПЦ «МИРОНОМИКА».

Утверждена: ФГУП «УНИИМ» « 28 » 12 \_\_\_\_\_ 2018 г.

## Содержание

1 Область применения .....	4
2 Нормативные ссылки .....	4
3 Операции поверки .....	4
4 Средства поверки .....	5
5 Требования безопасности и требования к квалификации поверителей .....	5
6 Условия поверки.....	5
7 Подготовка к поверке.....	6
8 Проведение поверки.....	6
9 Оформление результатов поверки.....	10
Приложение А Форма протокола поверки.....	11

Государственная система обеспечения единства измерений <b>Приборы мониторинга температуры трансформатора ТМТ2</b> Методика поверки	МП 94-221-2018
--	----------------

Дата введения «28» 12 2018 г.

### 1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящий документ распространяется на приборы мониторинга температуры трансформатора ТМТ2 (в дальнейшем – приборы) и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

Первичной поверке подвергаются приборы при вводе в эксплуатацию или после ремонта.

Периодической поверке подвергаются приборы, находящиеся в эксплуатации.

Интервал между поверками – 4 года.

### 2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей методике использованы ссылки на документы, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень документов на которые даны ссылки

Обозначение	Наименование
Приказ Минпромторга РФ от 02.07.2015 № 1815	Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке
Приказ Минтруда РФ № 328н от 24.07.2013	Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок
ГОСТ 6651-2009	ГСИ. Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Общие технические требования и методы испытаний
ГОСТ 14209-85	Трансформаторы силовые масляные общего назначения. Допустимые нагрузки
ГОСТ 12.3.019-80	ССБТ. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности

### 3 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки прибора выполняют операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень операций поверки

Наименование операции	Пункт методики	Обязательность проведения операции:	
		при первичной поверке	при периодической поверке
1 Внешний осмотр	8.1	+	+
2 Опробование	8.2	+	+
3 Определение абсолютной погрешности измерений температуры верхних слоев масла трансформатора	8.4	+	+



Наименование операции	Пункт методики	Обязательность проведения операции:	
		при первичной поверке	при периодической поверке
4 Определение абсолютной погрешности измерений температуры ННТ обмотки трансформатора	8.5	+	+

3.2 Если при выполнении хотя бы одной из операций поверки по 3.1 будут получены отрицательные результаты, прибор, поступивший на поверку, признают непригодным к эксплуатации.

#### 4 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки используют следующие средства измерений:

- эталон единицы электрического сопротивления 3 разряда в диапазоне значений от 0,1 до 122222,1 Ом (рег. № 4614-74);
- эталон единицы силы переменного электрического тока 3 разряда в диапазоне значений от  $2 \cdot 10^{-6}$  до 30 А (рег. № 22125-01);
- мультиметр цифровой РС500, диапазон напряжения переменного электрического тока от 5 мВ до 1000 В, класс точности не более 1; силы переменного электрического тока от 5 мкА до 10 А, класс точности не более 1 (рег. № 27650-04);
- термогигрометр ИВА-6А-КП-Д, диапазон измерений температуры (минус 20 – 60) °С, погрешность  $\pm 0,3$  °С; относительной влажности (0 – 98) %, погрешность  $\pm 2$  %; атмосферного давления (70 – 110) кПа, погрешность  $\pm 0,25$  кПа.

4.2 Допускается применение средств измерений, отличных от указанных в 4.1, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик с требуемой точностью.

4.3 Эталоны должны иметь действующие свидетельства об аттестации, средства измерений должны быть поверены в установленном порядке и иметь знак поверки и (или) свидетельство о поверке.

#### 5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ТРЕБОВАНИЯ К ПОВЕРИТЕЛЯМ

5.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования, установленные в ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.3.019-80, Приказом Минтруда № 328н от 24.07.2013 г., и требования безопасности, установленные в документации на средства поверки.

5.2 Все средства поверки, питаемые от электросети, должны быть надежно заземлены, а после включения прогреты в течение времени, указанного в эксплуатационной документации на них.

5.3 К поверке прибора допускаются лица, изучившие настоящую методику, эксплуатационную документацию на приборы и средства поверки; прошедшие обучение в качестве поверителей средств измерений и работающие в организации, аккредитованной на право поверки средств измерений.

#### 6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки необходимо соблюдать следующие условия:

- температура окружающего воздуха: от 15 до 25 °С;
- относительная влажность воздуха: от 45 до 80 %;
- атмосферное давление: от 84,0 до 106,7 кПа.

## 7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 Представленные на поверку приборы, а также средства поверки подготавливают к работе в соответствии с эксплуатационной документацией.

7.2 Поверку приборов проводят при наличии паспорта, руководства по эксплуатации и методики поверки.

7.3 Перед поверкой приборы выдерживают в нормальных условиях по 6.1 не менее двух часов.

## 8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При внешнем осмотре устанавливают соответствие поверяемого прибора следующим требованиям:

- наличие комплектности в соответствии с эксплуатационной документацией (ЭД);
- отсутствие механических повреждений в виде сколов, царапин и вмятин, а также следов коррозии на корпусе и разъемах прибора;
- наличие четких маркировочных обозначений и их соответствие ЭД.

### 8.2 Опробование

8.2.1 Собирают схему соединений в соответствии с рисунком 1. Устанавливают на магазине сопротивлений ИП1 значение сопротивления равное 100 Ом, соответствующее температуре 0 °С по ГОСТ 6651-2009.

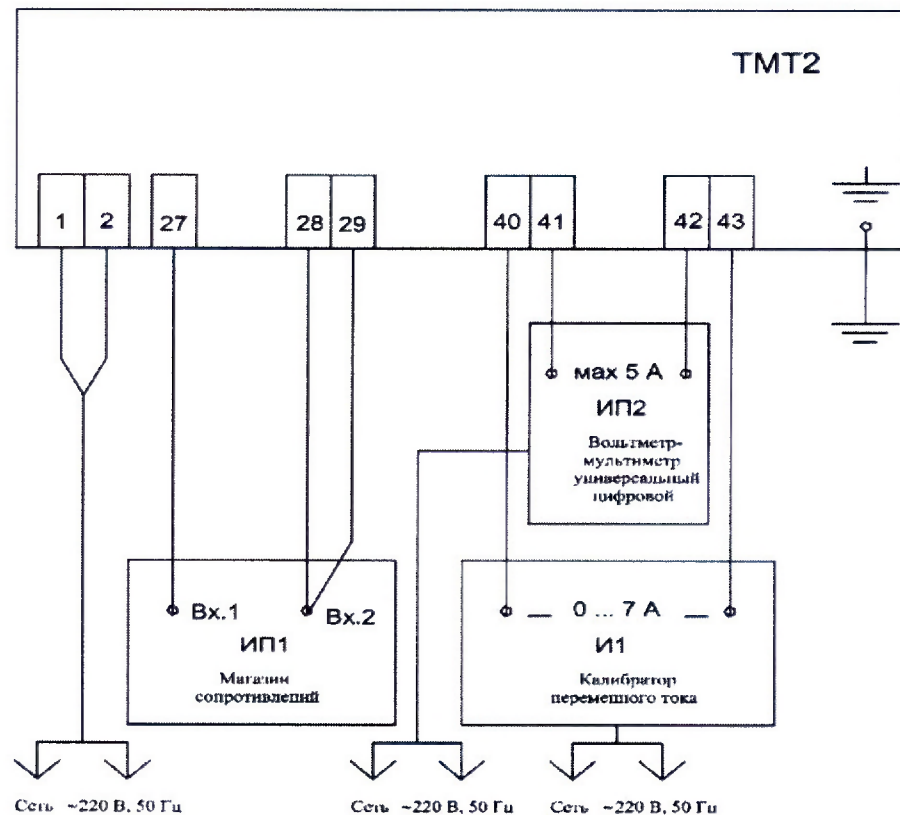


Рисунок 1 - Схема соединений при проведении поверки

8.2.2 Подают на прибор напряжение от внешнего источника питания, подсоединив контакты 1, 2 разъема ХТ1 прибора к внешнему источнику питания. На передней панели прибора должен загореться светодиод ПИТАНИЕ. Напряжение питания к И1, ИП2 не подключают.

8.2.3. В течение 60 с на дисплее отображается обратный отсчет времени и текущие уставки прибора. После этого на дисплей выводится дежурная индикация, в обязательном



порядке содержащая текущее время и значение температуры верхних слоев масла трансформатора  $T_m$ , равное  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , с отклонением  $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Остальные параметры отображаются на дисплее в соответствии с конструктивным исполнением прибора.

**ВНИМАНИЕ! ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ ОТСЧЁТА НУЖНОГО ВРЕМЕНИ ПОЛЬЗУЙТЕСЬ ИНФОРМАЦИЕЙ НА ДИСПЛЕЕ.**

#### 8.2.4 Проверка идентификационных данных программного обеспечения (ПО)

Проверку идентификационных данных ПО проводят наблюдением на дисплее прибора данных о версии программы.

8.2.5 Результаты опробования считают положительными, если выполнены требования 8.2.3 и идентификационные данные ПО соответствуют приведенным в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	tmt2.hex
Номер версии (идентификационный номер) ПО	V0.13
Цифровой идентификатор ПО	5709h
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	CRC16

8.3 Определение абсолютной погрешности измерений температуры верхних слоев масла трансформатора

Абсолютную погрешность измерений температуры прибора определяют без учета погрешности первичного датчика.

8.4.1 Определение абсолютной погрешности проводят путем сравнения значения температуры, отображенного на дисплее прибора, полученного с помощью подачи на вход прибора заданного сопротивления с магазина сопротивления, имитирующего входной сигнал от ТС, и значения температуры (расчетное), соответствующего значению сопротивления в контрольной точке (согласно НСХ) по ГОСТ 6651-2009.

8.4.2 Выполняют операции по 8.2.1–8.2.3 настоящей методики.

8.4.3 Определение абсолютной погрешности выполняют в четырех точках диапазона измеряемой температуры: минус  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Соотношение входного сигнала сопротивления  $R_n$  от ТС и соответствующей ему температуры  $t^{\text{НСХ}}$  для ТС с НСХ 100П,  $\alpha=0,00391$  по ГОСТ 6651-2009 следующие:

- $80,00\text{ Ом}$  соответствует температуре минус  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- $100,00\text{ Ом}$  соответствует температуре  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- $139,11\text{ Ом}$  соответствует температуре  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- $158,22\text{ Ом}$  соответствует температуре  $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

8.4.4 Устанавливают на магазине сопротивления значение сопротивления  $R_n$  равное  $100\text{ Ом}$ . Через 2 мин (два цикла опроса) регистрируют значение температуры  $T_m$  на дисплее прибора.

Абсолютную погрешность измерений температуры верхних слоев масла трансформатора рассчитывают по формуле

$$\Delta T_m = T_m - t^{\text{НСХ}}, \quad (1)$$

где  $T_m$  – значение температуры, считанное с дисплея прибора,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t^{\text{НСХ}}$  – значение температуры, соответствующее сопротивлению  $R_n$  по 8.4.3,  $^{\circ}\text{C}$ .

Аналогично определяют абсолютную погрешность в остальных точках диапазона измеряемой температуры, устанавливая последовательно на магазине сопротивления значения сопротивления  $R_n$ , указанные в 8.4.3.

8.4.5 За абсолютную погрешность измерения температуры принимают наибольшее значение  $\Delta T_m$ , рассчитанное по формуле (1) для каждого из четырех значений температуры.

Полученные результаты заносят в протокол, форма которого приведена в Приложении А.

8.4.6 Результаты считают положительными, если абсолютная погрешность измерения температуры верхних слоев масла трансформатора  $\Delta T_m$  во всех точках диапазона находится в интервале  $\pm 2$  °С.

8.5 Определение абсолютной погрешности измерений температуры ННТ обмотки трансформатора

8.5.1 Определение абсолютной погрешности измерений температуры ННТ проводят путем моделирования подключения обмоток тока трансформатора на вход прибора с помощью источника питания. При оценке погрешности температуры ННТ используют данные методики ГОСТ 14209-85.

Проверка абсолютной погрешности определения температуры ННТ обмотки проводят для исполнений прибора, имеющих вход по переменному току: ТМТ2 (базовое), ТМТ2-11, ТМТ2-12, ТМТ2-30, ТМТ2-32.

8.5.2 Выполняют операции по 8.2.1–8.2.3 настоящей методики.

Убедиться, что источник И1 настроен на переменный ток не более 5 А. Устанавливают на ИП2 режим измерения переменного тока. Подают питание на И1, ИП2.

8.5.3 Подают на прибор напряжение от внешнего источника питания. На передней панели прибора должен загореться светодиод ПИТАНИЕ.

Не более чем через 60 с нажимают на приборе кнопку «▼». Прибор перейдет в меню инициализации прибора, в пункт «Конфигурация прибора».

8.5.4 Меню инициализации позволяет выбрать параметры обмена и режим работы прибора. Кроме того, пользователь должен выбрать конфигурацию прибора и уставки трансформатора.

Для выполнения данной работы необходимо провести:

- выбор вида контроля токов обмоток трансформатора («Контроль токов двух обмоток»);
- выбор градиента температур (уставка трансформатора 50);
- выбор номинального тока нагрузки первой обмотки трансформатора (уставка трансформатора 5 А);
- выбор номинального тока нагрузки второй обмотки трансформатора (уставка трансформатора 5 А).

*Примечания:*

1 Перед установкой для поверки вида контроля токов обмотки трансформатора необходимо записать в журнал имеющийся вид контроля поверяемого прибора, для восстановления его после проведения поверки.

2 Перед каждым выбором новой уставки трансформатора (для поверки) необходимо записать в журнал имеющуюся уставку поверяемого прибора, для восстановления её после проведения поверки.

8.5.5 Проводят начальные настройки прибора (8.5.4) для проведения поверки.

8.5.5.1 Выбор вида контроля токов обмоток трансформатора: находясь в пункте «Конфигурация прибора», нажать кнопку «▶», затем кнопками «▼» и «▲» выбрать нужный вид контроля токов обмоток трансформатора и подтвердить свой выбор кнопкой «▶» (для проведения поверки это – «Контроль токов двух обмоток»); нажав кнопку «◀», перейти в пункт «Конфигурация прибора».

Выбор градиента температур: находясь в пункте «Конфигурация прибора», нажать последовательно кнопки «▲», «▶» и «▶». Затем кнопками «▼» и «▲» выбрать нужную уставку трансформатора (для проведения поверки это – 50) и подтвердить свой выбор кнопкой «▶».



Нажав последовательно кнопки «◀», «▶» и «▼», перейти в пункт «Конфигурация прибора».

8.5.5.2 Выбор номинального тока нагрузки первой обмотки трансформатора: находясь в пункте «Конфигурация прибора», нажать последовательно кнопки «▲», «▶» и «▼». Кнопками «▲» и «▼» выбрать нужный вид контроля токов обмоток трансформатора (для проведения поверки это – «Номинальный ток первой обм.»). Нажать кнопку «▶». Затем кнопками «▼» и «▲» выбрать уставку 5 А («Номинальный ток нагрузки 5,000 А»), и подтвердить свой выбор кнопкой «▶».

Нажав последовательно кнопки «◀», «▶» и «▼», перейти в пункт «Конфигурация прибора».

8.5.5.3 Выбор номинального тока нагрузки второй обмотки трансформатора: находясь в пункте «Конфигурация прибора», нажать последовательно кнопки «▲», «▶» и «▼». Кнопками «▲» и «▼» выбрать нужный вид контроля токов обмоток трансформатора (для проведения поверки это – «Номинальный ток второй обм.»). Нажать кнопку «▶». Затем кнопками «▼» и «▲» выбрать уставку 5 А («Номинальный ток нагрузки 5,000 А»), и подтвердить свой выбор кнопкой «▶».

Отключить питание от прибора на время не менее 5 с, затем включить прибор.

Прибор перейдет в дежурный режим через 60 с.

8.5.6 Определение абсолютной погрешности измерений температуры ННТ обмотки трансформатора выполняют при трех значениях входного тока  $I_{вх}$ : 1, 2,5 и 5 А.

Соотношение рассчитанных значений температуры ННТ ( $T_0^{расч}$ ) и входного тока следующие:

- температура 5 °С при входном токе 1 А;
- температура 21 °С при входном токе 2,5 А;
- температура 65 °С при входном токе 5,0 А.

8.5.7 Устанавливают на ИП1 сопротивление равное 100 Ом, соответствующее температуре 0 °С для платинового ТС по 8.4.3 настоящей методики.

8.5.8 Устанавливают на источнике переменного тока И1 значение тока  $I_{вх} = 1$  А. Измеряют значение тока по показаниям измерителя тока ИП2. Через время не менее чем 40 минут считывают с дисплея прибора значения температуры ННТ каждой из двух частей расщепленной обмотки  $T_{01}$  и  $T_{02}$ .

8.5.8.1 Абсолютную погрешность измерений температуры ННТ обмотки трансформатора рассчитывают по формуле

$$\Delta T_{01}(\Delta T_{02}) = T_{01}(T_{02}) - T_0^{расч}, \quad (2)$$

где  $T_{01}$  ( $T_{02}$ ) – значения температуры ННТ каждой из двух частей расщепленной обмотки трансформатора, считанное с дисплея прибора, °С;

$T_0^{расч}$  – расчетное значение температуры ННТ обмотки, °С.

Аналогично определяют абсолютную погрешность измерений ННТ при остальных значениях входного тока, указанных в 8.5.6.

За абсолютную погрешность измерений температуры ННТ обмотки трансформатора принимают наибольшее значение из  $\Delta T_{01}$  и  $\Delta T_{02}$ , рассчитанное по формуле (2) для трех значений входного тока.

8.5.8.2 Допускается определять абсолютную погрешность измерений температуры ННТ при значениях входного тока отличных от указанных в 8.5.6.

Для любого значения входного тока температуру можно рассчитать по формуле (ГОСТ 14209-85)

$$T_o^{\text{расч}} = 65^{\circ}\text{C} \cdot \left(\frac{I_{\text{вх}}}{5\text{A}}\right)^{1,6} + T_m, \quad (4)$$

где  $I_{\text{вх}}$  – значение входного тока, А;

$T_m$  – значение температуры, соответствующее 100 Ом, считанное с дисплея прибора, °С.

8.5.9 Отключить питание прибора не менее чем на 5 с. Отключить питание от источника питания И1 и амперметра ИП2. Выполнить настройки по 8.5.3 – 8.5.5 для восстановления вида контроля токов обмоток трансформатора, а также уставок по градиенту температуры, номинальному току двух частей расщепленной обмотки в соответствии с начальной информацией и значениями, зафиксированными в журнале при выполнении 8.5.4.

8.5.10 Результаты поверки считают положительными, если абсолютная погрешность измерений температуры ННТ обмотки трансформатора при всех значениях  $I_{\text{вх}}$  находится в интервале  $\pm 3^{\circ}\text{C}$ .

## 9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Результаты поверки заносят в протокол в соответствии с рекомендуемой формой, приведенной в приложении А.

9.2 При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке и (или) делают отметку в паспорте, заверенную подписью поверителя с нанесением знака поверки в соответствии с Приказом Минпромторга РФ от 02.07.2015 г. № 1815.

9.3 При отрицательных результатах поверки свидетельство о поверке аннулируют, оформляют извещение о непригодности с указанием причин в соответствии с Приказом Минпромторга РФ от 02.07.2015 г. № 1815.

Инженер 1 категории ФГУП «УНИИМ»

Технический руководитель  
ООО НПЦ «МИРОНОМИКА»

Е.В. Соколова

А.Ф. Буслаев

Приложение А  
(рекомендуемое)

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ

в соответствии с документом МП 94-221-2018

«ГСИ. Прибор мониторинга температуры трансформатора ТМТ2. Методика поверки»

Заводской номер:
Принадлежит:
Дата изготовления:
Средства поверки:
Условия поверки:
Результаты внешнего осмотра

3 Определение метрологических характеристик

3.1 Определение абсолютной погрешности измерений температуры верхних слоев масла трансформатора и абсолютной погрешности измерений температуры ННТ обмотки трансформатора.

Таблица А.1 – Результаты определения абсолютной погрешности измерений верхних слоев масла трансформатора

Значения сопротивлений в контрольной точке, Ом	Температура в контрольной точке, $t_{нсх}$ , °С	Значение температуры, считанное с дисплея прибора, $T_m$ , °С		Значения абсолютной погрешности, полученное при поверке $\Delta T_m$ , °С		Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, °С
		зав. №	зав. №	зав. №	зав. №	
80,00	- 50					± 2
100,00	0					
139,11	100					
158,22	150					

Таблица А.2 – Результаты определения абсолютной погрешности измерений температуры ННТ обмотки трансформатора

Значение входных токов в контрольных точках $I_{вх}$ , А	Расчётное значение температуры $T_{0\text{расч}}$ , °С	для первой части обмотки			для второй части обмотки			Пределы абс. погрешности измерений температуры ННТ, °С
		Значение температуры, считанное с дисплея прибора, $T_{01}$ , °С	Значение абс. погрешности измерений температуры в контрольных точках, рассчитанное по формуле, $\Delta T_{01}$ , °С	Значение абсолютной погрешности измерений температуры ННТ обмотки трансформатора при поверке, $T_{01}$ , °С	Значение температуры, считанное с дисплея прибора, $T_{02}$ , °С	Значение абс. погрешности измерений температуры в контрольных точках, рассчитанное по формуле, $\Delta T_{02}$ , °С	Значение абсолютной погрешности измерений температуры ННТ обмотки трансформатора при поверке, $T_{02}$ , °С	
1,0	5							± 3
2,5	21							
5,0	65							



Заключение по результатам поверки:

На основании положительных результатов поверки выдано свидетельство о поверке

№ \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

На основании отрицательных результатов поверки выдано извещение о непригодности

№ \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Дата поверки \_\_\_\_\_ Подпись поверителя \_\_\_\_\_

Организация, проводившая по-  
верку \_\_\_\_\_