

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ»  
(ФГУП «ВНИИМС»)**

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора ФГУП «ВНИИМС»  
В.Н. Яншин  
« *декабрь* 2014 г.



**ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ  
ТОКОВЫЕ  
РЕТ-ДТ**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ  
БРГА.441322.041 МП

2014 г.

РАЗРАБОТАНА

ООО «Научно-производственное предприятие  
«Динамика»

ИСПОЛНИТЕЛИ

Начальник отдела метрологии и сертификации  
Курчина Н.В.

ПОДГОТОВЛЕНА  
К УТВЕРЖДЕНИЮ

ИЦ ФГУП «ВНИИМС»  
Инженер 1 категории отдела 206.1 Бурцева Д.В.

УТВЕРЖДЕНА

ИЦ ФГУП «ВНИИМС»

Настоящая методика поверки (в дальнейшем - методика) распространяется на преобразователи измерительные токовые РЕТ-ДТ и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

Преобразователи измерительные токовые РЕТ-ДТ (далее – преобразователи) предназначены для бесконтактного преобразования переменного тока промышленной частоты в напряжение переменного тока.

Преобразователи представляют собой гибкий токовый датчик, состоящий из гибкого измерительного кольца и интегратора напряжения. На выходе интегратора формируется низковольтное напряжение переменного тока, пропорциональное измеряемой силе тока. Гибкое измерительное кольцо в составе преобразователя допускает измерение силы тока в проводниках, находящихся в труднодоступных местах, где обычные датчики тока не применимы.

Область применения преобразователей – электроэнергетика.

Метрологические характеристики преобразователя, подлежащие проверке, приведены в приложении А. Перечень рекомендуемых рабочих эталонов и вспомогательного оборудования приведен в разделе 2. Форма протокола поверки преобразователя приведена в приложении Б. Далее в тексте применяется только термин «поверка», под которым подразумевается поверка или калибровка.

Интервал между поверками – 2 года.

## 1 Операции и средства поверки

1.1 При проведении первичной и периодической поверок преобразователей выполняют следующие операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

№ п/п	Наименование операции поверки	Номер пункта методики поверки	Наименование эталонных средств измерений и вспомогательного оборудования
1	Внешний осмотр	6.1	Визуально
2	Проверка электрической прочности изоляции	6.2	Устройство измерительное электрической прочности изоляции и сопротивления изоляции РЕТОМ-6000. Испытательное напряжение до 6 кВ, 50 Гц, 0,25 кВА, погрешность $\pm 2\%$
3	Проверка электрического сопротивления изоляции	6.3	Устройство измерительное электрической прочности изоляции и сопротивления изоляции РЕТОМ-6000. Испытательное напряжение до 1,0 кВ, 50 Гц, 0,25 кВА, погрешность $\pm 2\%$
4	<b>Определение метрологических характеристик</b>	6.4	
4.1.	Опробование	6.4.1	Мультиметр 34401А. Пределы измерения напряжения переменного тока 0,1; 1; 10; 100; 750 В, диапазон частоты от 10 Гц до 20 кГц, погрешность $\pm (0,06\% \text{ Хизм.} + 0,03\% \text{ Хпред.})$ .
4.2.	Проверка основной абсолютной погрешности измерения силы переменного тока в диапазоне частот от 45 до 55 Гц	6.4.2, 6.4.3	Мультиметр 34401А. Пределы измерения напряжения переменного тока 0,1; 1; 10; 100; 750 В, диапазон частоты от 10 Гц до 20 кГц, погрешность $\pm (0,06\% \text{ Хизм.} + 0,03\% \text{ Хпред.})$ . Амперметр цифровой СА3010/2. Пределы измерения силы переменного тока 0,05; 0,1; 0,2; 0,5 А, класс точности 0,1. Амперметр цифровой СА3010/3. Пределы измерения силы переменного тока 1,0; 2,5; 5,0; 10 А, класс точности 0,1. Амперметр переменного тока ЦА8500/2. Пределы измерения силы переменного тока 2,5; 5,0; 10; 20; 50 А, класс точности 0,1. Трансформатор тока измерительный лабораторный ГТИ-200. Диапазон первичного тока от 20 до 36000 А, $K_{\text{ТНОМ}} = 200$ , погрешность $\pm 0,01\%$ . Трансформатор тока УТТ-5М. Коэффициенты трансформации 15/5; 50/5; 100/5; 150/5; 200/5; 300/5; 600/5 А, класс точности 0,2

1.2 В случае отрицательного результата проверки хотя бы по одному пункту поверку прекращают, а преобразователь считается непригодным к применению. Поверка не производится до устранения выявленных замечаний.

1.3 Допускается проведение поверки преобразователей с применением эталонных средств измерений и вспомогательного оборудования, не указанных в таблице 1, но обеспечивающих определение и контроль метрологических характеристик (далее - МХ) поверяемых изделий с требуемой точностью.

Допускается проводить проверку электрической прочности изоляции преобразователя до поверки. В этом случае повторные испытания по этой позиции не проводят.

1.4 Применяемые при поверке преобразователей средства измерения и испытательное оборудование должны иметь действующие свидетельства о поверке (аттестации).

## 2 Требование к квалификации поверителей

К проведению поверки допускаются лица, аттестованные в качестве поверителя в соответствии с Правилами по метрологии ПР 50.2.012-94 «ГСИ. Порядок аттестации поверителей средств измерений», и освоившие работу с преобразователем и рабочими эталонами.

## 3 Требования безопасности

При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», ГОСТ 12.2.007.0-75 «Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности», ГОСТ Р 12.1.019-2009 «Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты», ГОСТ 22261-94 «Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия», указаниями по безопасности, изложенными в технической документации на преобразователь, применяемые рабочие эталоны и вспомогательное оборудование.

Персонал, проводящий поверку (поверитель), должен проходить инструктаж по технике безопасности на рабочем месте и иметь квалификационную группу по электробезопасности не ниже 3-й.

Внешние подключения следует проводить согласно схемам поверки преобразователя.

## 4 Условия проведения поверки

Поверку преобразователя следует проводить в нормальных условиях:

- температура окружающего воздуха, °С  $20 \pm 5$
- относительная влажность воздуха, % 40 – 80 (без конденсации влаги)
- атмосферное давление, кПа (мм. рт. ст.) 84 – 106,7 (630 – 800)
- напряжение питания от встроенных алкалиновых батарей формата АА ( $2 \times 1,5$  В)
- отсутствие вибрации, тряски, ударов, влияющих на работу преобразователя;
- отсутствие внешних электрических и магнитных полей, превышающих установленные нормы по электрооборудованию для измерения, управления и лабораторного применения.

## 5 Подготовка к проведению поверки

Перед проведением поверки выполнить следующие подготовительные работы:

- выдержать преобразователь в условиях окружающей среды, указанных в разделе 4 настоящей методики поверки, не менее 2 ч, если он находился в климатических условиях, отличающихся от указанных в разделе 4;
- соединить зажимы защитного заземления используемых средств поверки с контуром защитного заземления лаборатории;
- подготовить к работе средства поверки в соответствии с эксплуатационной документацией на средства поверки;
- измерить и занести в протокол поверки результаты измерений температуры и влажности окружающего воздуха, атмосферного давления.

## 6 Проведение поверки

### 6.1 Внешний осмотр

6.1.1 Проверить соответствие комплектности перечню, указанному в паспорте.

6.1.2 Проверить целостность корпуса и отсутствие видимых механических повреждений, отсутствие обрывов и нарушения изоляции кабелей и жгутов.

6.1.3 Проверить наличие пломб и поверительных клейм согласно технической документации.

6.1.4 При обнаружении несоответствий хотя бы по одному из пунктов 6.1.1 – 6.1.3 преобразователь не допускается к дальнейшей поверке.

### 6.2 Проверка электрической прочности изоляции

Проверку электрической прочности изоляции проводить при первичной поверке и после ремонта преобразователя.

Проверку электрической прочности изоляции проводить по ГОСТ 22261-94 «Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия» на пробойной установке переменного тока.

Проверку электрической прочности изоляции преобразователя проводить испытательным напряжением 3500 В частотой 50 Гц между контрольными точками:

- измерительной петлей, обернутой алюминиевой фольгой;
- выходными контактами, замкнутыми между собой.

#### **Примечания**

1 При проверке электрической прочности изоляции необходимо обернуть металлической фольгой помимо измерительной петли часть кабеля длиной 0,5 м, прилегающего к петле.

2 На выходной разъем преобразователя необходимо установить переходник из комплекта поставки для замыкания выходных контактов при помощи перемычки.

**Результаты проверки считаются удовлетворительными**, если во время испытаний не произошло пробоя или перекрытия изоляции.

### 6.3 Проверка электрического сопротивления изоляции

Проверку электрического сопротивления изоляции проводить по ГОСТ 22261-94 «Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия» с помощью мегаомметра.

Испытательное напряжение прикладывать между цепями, указанными в 6.2.

Измерение сопротивления изоляции преобразователя проводить испытательным напряжением постоянного тока, равным 1000 В.

**Результаты проверки считаются удовлетворительными**, если сопротивление изоляции не менее 20 МОм.

## 6.4 Определение метрологических характеристик преобразователя

### 6.4.1 Опробование

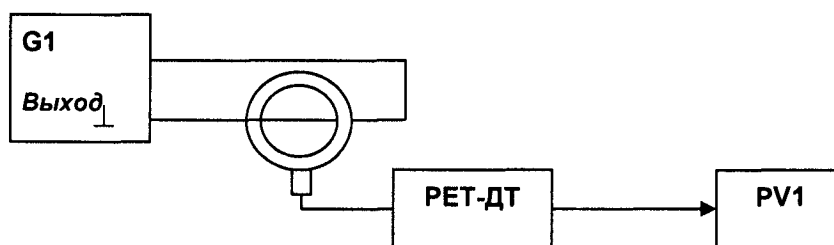
При опробовании проверяется работоспособность преобразователя.

Опробование включает в себя проверку работоспособности преобразователя на всех пределах измерения силы тока.

Собрать схему согласно рисунку 1.

Подавая с источника на вход преобразователя сигнал, равный половине предельного значения диапазона измерения преобразователя, контролировать выходное напряжение на каждом диапазоне, в соответствии с таблицей 2.

*Примечание – Установка диапазона измерений выполняется с помощью переключателя пределов.*



G1 – источник сигналов, например РЕТОМ-30КА

PV1 – Мультиметр 34401А

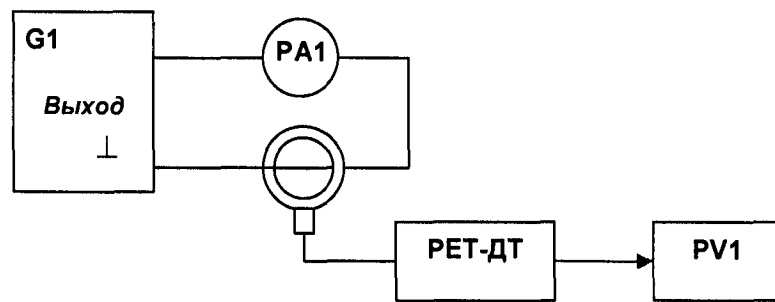
Рисунок 1 – Схема подключения для проверки работоспособности

Таблица 2

Диапазон измерения	Коэффициент преобразования k, мВ/А	Выходной сигнал источника G1 I <sub>вх</sub> , А	Выходное напряжение, U <sub>вых</sub> , В (U <sub>вых</sub> = I <sub>вх</sub> · k)
от 3 до 30 А	100	15	1,5 ± 0,2
от 30 до 300 А	10	150	1,5 ± 0,2
от 300 до 3000 А	1	1500	1,5 ± 0,2
от 3000 до 30000 А	0,1	15000	1,5 ± 0,2

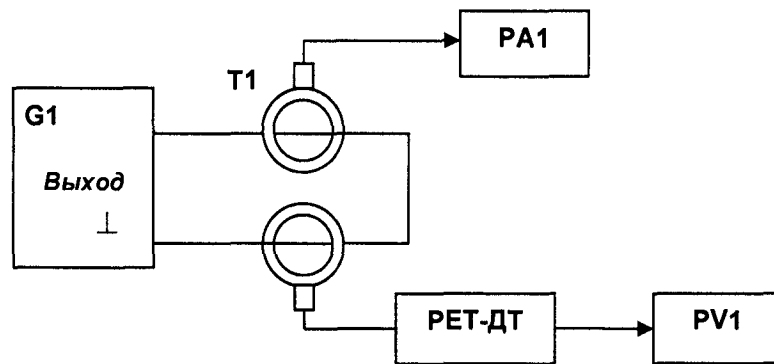
6.4.2 Проверка основной абсолютной погрешности измерения силы переменного тока в диапазоне частот от 45 до 55 Гц

Проверку измерения силы переменного тока проводить на всех диапазонах согласно схемам, приведенным на рисунках 2а, 2б, 2в.



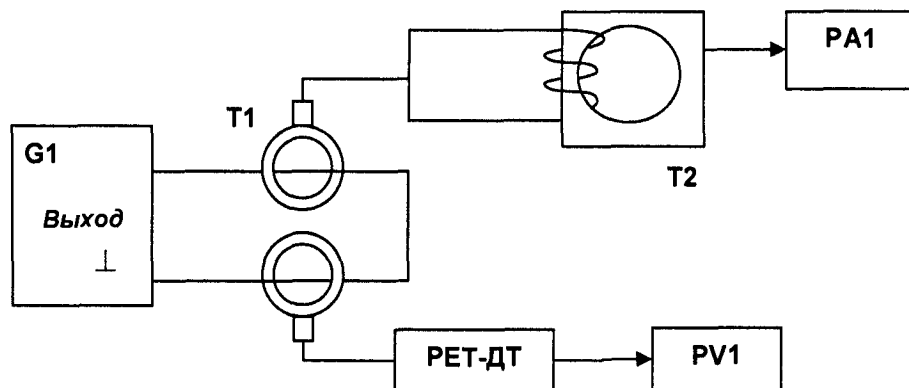
G1 – источник сигналов, например РЕТОМ-21  
 PV1 – Мультиметр 34401А  
 PA1 – амперметр переменного тока, например ЦА8500/2

а) при измерении силы переменного тока от 3 до 30 А



G1 – источник сигналов, например РЕТОМ-21  
 PV1 – Мультиметр 34401А  
 PA1 – амперметр переменного тока, например СА3010/3, ЦА8500/2  
 T1 – трансформатор тока, например УТТ-5М ( $k_{T1}=300/5$ )

б) при измерении силы переменного тока от 30 до 300 А



G1 – источник сигналов, например РЕТОМ-30КА  
 PV1 – Мультиметр 34401А  
 PA1 – амперметр переменного тока, например СА3010/2 (до 0,5 А), СА3010/3  
 T1 – трансформатор тока, например ТТИ-200 ( $k_{T1}=200$ )  
 T2 – трансформатор тока, например УТТ-5М ( $k_{T2}=200/5$ )

в) при измерении силы переменного тока свыше 300 А

Рисунок 2 – Схема подключения для проверки погрешности измерения силы тока



Установить переключатель предела преобразователя в положение соответствующее диапазону измеряемого сигнала. На выходе источника установить сигнал, соответствующий контрольной точке согласно таблицам Б.1-Б.4 Приложения Б. Выходное напряжение преобразователя контролировать вольтметром переменного тока.

Результаты измерений поверяемого преобразователя определяются расчетным путем по формуле:

$$I_{расч1} = \frac{U_{рз}}{k},$$

где  
 $U_{рз}$  – выходное напряжение преобразователя (по показаниям рабочего эталона PV1), мВ  
 $k$  – коэффициент преобразования преобразователя (см. таблицу 2), мВ/А

Результаты измерений рабочего эталона определяются расчетным путем по формуле:

$$I_{расч2} = I_{рз} \cdot k_{тр},$$

где  
 $I_{рз}$  – выходной ток трансформатора (по показаниям рабочего эталона PA1), А  
 $k_{тр}$  – коэффициент трансформации трансформатора:  $k_{тр} = 1$  (рисунок 2а),  $k_{тр} = k_{Т1}$  (рисунок 2б),  $k_{тр} = k_{Т1} * k_{Т2}$  (рисунок 2в).

Результаты измерений занести в протокол проверки (форма протокола приведена в Приложении Б). Результаты измерений должны быть в пределах допустимых значений.

Необходимо учитывать, что приведенные границы допускаемых значений проверяемого параметра рассчитаны из условия, что на рабочем эталоне будут установлены значения, соответствующие столбцам «Показания рабочего эталона, А» в таблицах Б.1-Б.4 Приложения Б. В противном случае границы допускаемых значений необходимо пересчитать.

#### 6.4.3 Обработка результатов

При проведении поверки преобразователя, полученные оценки погрешности сравниваются с нормируемыми значениями пределов допускаемой абсолютной погрешности проверяемой величины и положительное либо отрицательное решение по испытаниям принимается по результатам этого сравнения.

##### *Определение абсолютной погрешности*

Абсолютная погрешность измерений определяется по формуле:

$$\Delta = X_{изм} - X_{д},$$

где  $X_{д}$  – действительное (расчетное) значение задаваемой величины (по показаниям рабочего эталона);

$X_{изм}$  – измеренное (расчетное) значение задаваемой величины (по показаниям поверяемого преобразователя).

##### *Определение допускаемых значений параметров поверяемого преобразователя*

Для каждой проверяемой точки вычисляют граничные значения параметров поверяемого преобразователя по формулам:

$$X_i^{ниж} = X_{di} - \Delta_i^{допуск}, X_i^{верх} = X_{di} + \Delta_i^{допуск}$$

$$\Delta_i^{\text{допуск}} = aX_{\text{di}} + bX_{\text{к}}$$

где  $X_i^{\text{ниж}}$ ,  $X_i^{\text{верх}}$  – соответственно нижняя и верхняя граница допустимых показаний значения величины параметра  $i$ -ой проверяемой точки;

$\Delta_i^{\text{допуск}}$  – допускаемое отклонение проверяемого параметра от действительного (расчетного) значения в  $i$ -ой проверяемой точке;

$X_{\text{di}}$  – действительное (расчетное) значение величины проверяемого параметра в  $i$ -ой проверяемой точке (по показаниям рабочего эталона);

$a$ ,  $b$  – коэффициенты, определяющие погрешность (указаны в таблицах Приложения Б);

$X_{\text{к}}$  – конечное значение диапазона измерений (верхний предел).

Регистрируют значение  $x_i$ , соответствующее максимальному отклонению от установленного значения проверяемой точки (наблюдают 4-5 показаний), при этом следует отбросить явно ошибочные измерения случайного характера, не связанные с систематической погрешностью.

Если по результатам измерений по 6.4.2 выполняется одно (любое) из неравенств:

$$x_i < X_i^{\text{ниж}} \text{ или } x_i > X_i^{\text{верх}},$$

то преобразователь бракуют. В противном случае заносят данные в протокол по форме, приведенной в Приложении Б, и переходят к следующей проверяемой точке.

Если хотя бы в одной из проверяемых точек любого параметра выполняются указанные выше неравенства, преобразователь бракуют. В противном случае **результаты проверки преобразователя считаются удовлетворительными.**

## 7 Оформление результатов поверки

7.1 Положительные результаты поверки преобразователя при первичной поверке оформляются в паспорте согласно ПР 50.2.006-94 «ГСИ. Порядок проведения поверки средств измерений», путем нанесения оттиска поверительного клейма и подписи поверителя.

7.2 Положительные результаты поверки преобразователя при периодической (внеочередной) поверке оформляются свидетельством о поверке согласно ПР 50.2.006-94 «ГСИ. Порядок проведения поверки средств измерений».

7.3 При отрицательных результатах свидетельство о поверке не выдаётся, ранее выданное свидетельство о поверке аннулируется, запись о поверке в паспорте на преобразователь гасится и выдаётся извещение о непригодности согласно утверждённым правилам.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

### Метрологические и технические характеристики преобразователя

Таблица А.1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазоны измерения силы переменного тока, А	от 3 до 30; от 30 до 300; от 300 до 3000; от 3000 до 30000
Коэффициент преобразования силы переменного тока в напряжение переменного тока (в зависимости от диапазона измерения силы переменного тока), мВ/А:	
от 3 до 30 А	100
от 30 до 300 А	10
от 300 до 3000 А	1
от 3000 до 30000 А	0,1
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения силы переменного тока частотой $50 \pm 5$ Гц, А	$\pm(0,008x + 0,002X_k)$
Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерения силы переменного тока, обусловленной изменением температуры окружающей среды, – не более 0,5 предела основной погрешности на каждые $10^\circ\text{C}$ от нормальной температуры $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$	
Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерения силы переменного тока, обусловленной изменением положения проводника в окне измерительного кольца, – не более 1 предела основной погрешности	
<i>Примечание – В формулах основной погрешности принято обозначение:</i>	
<i>x – измеренное значение, <math>X_k</math> – конечное значение диапазона измерения (верхний предел)</i>	

Таблица А.2 – Технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Рабочие условия применения:	
- температура окружающего воздуха, $^\circ\text{C}$	от минус 20 до плюс 50
- относительная влажность воздуха при $25^\circ\text{C}$ , не более	80 %
- высота над уровнем моря, м, не более	1000
Питание преобразователя	
- тип элемента	формат АА
- количество элементов	2
- напряжение	$2 \times 1,5 \text{ В}$
Габаритные размеры интегратора Ш×В×Г, мм, не более	$70 \times 135 \times 24$
Длина измерительного кольца, мм	$635 \pm 5$
Масса преобразователя, кг, не более	0,45
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	10000
Средний срок службы, лет, не менее	30

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(рекомендуемое)

### Форма протокола проверки преобразователя

Номер изделия: \_\_\_\_\_

Дата выпуска: \_\_\_\_\_

Дата поверки: \_\_\_\_\_

Причина проведения поверки:

первичная, периодическая, после ремонта

Условия проведения поверки: нормальные  
температура, °С \_\_\_\_\_

относительная влажность, % \_\_\_\_\_

атмосферное давление, кПа \_\_\_\_\_

Таблица Б.1 ПРЕДЕЛ ИЗМЕРЕНИЯ "30 А"

Рабочий эталон:

Предел изм., А	Проверяемая точка, А	Коэффициент ктр = 1	Показания рабочего эталона, А	Действительные значения (расчетные) силы тока, А	а	b	Показания поверяемого СИ		Границы допустимых значений, А	
							Напряжение, В (по показаниям рабочего эталона)	Сила тока (расчет), А		
30	3	1	3 0000	3 000	0,008	0,002			2,916	3,084
30	10	1	10 0000	10 000	0,008	0,002			9,86	10,14
30	15	1	15 0000	15 000	0,008	0,002			14,82	15,18
30	20	1	20 0000	20 000	0,008	0,002			19,78	20,22
30	30	1	30 0000	30 000	0,008	0,002			29,70	30,30

Таблица Б.2 ПРЕДЕЛ ИЗМЕРЕНИЯ "300 А"

Рабочий эталон:

Предел изм., А	Проверяемая точка, А	Коэффициент ктр = кТ1	Показания рабочего эталона, А	Действительные значения (расчетные) силы тока, А	а	b	Показания поверяемого СИ		Границы допустимых значений, А	
							Напряжение, В (по показаниям рабочего эталона)	Сила тока (расчет), А		
300	30	1	30 0000	30 000	0,008	0,002			29,16	30,84
300	100	60	1 7000	102 000	0,008	0,002			100,58	103,42
300	150	60	2 5000	150 000	0,008	0,002			148,20	151,80
300	200	60	3 3000	198 000	0,008	0,002			195,82	200,18
300	300	60	5 0000	300 000	0,008	0,002			297,00	303,00

Таблица Б.3 ПРЕДЕЛ ИЗМЕРЕНИЯ "3000 А"

Рабочий эталон:

Предел изм., А	Проверяемая точка, А	Коэффициент ктр = кТ1 * кТ2	Показания рабочего эталона, А	Действительные значения (расчетные) силы тока, А	а	b	Показания поверяемого СИ		Границы допустимых значений, А	
							Напряжение, В (по показаниям рабочего эталона)	Сила тока (расчет), А		
3000	300	60	5 0000	300 000	0,008	0,002			291,60	308,40
3000	1000	8000	0 1250	1000 000	0,008	0,002			986,00	1014,00
3000	1500	8000	0 1875	1500 000	0,008	0,002			1482,00	1518,00
3000	2000	8000	0 2500	2000 000	0,008	0,002			1978,00	2022,00
3000	3000	8000	0 3750	3000 000	0,008	0,002			2970,00	3030,00

Таблица Б.4 ПРЕДЕЛ ИЗМЕРЕНИЯ "30 кА"

Рабочий эталон:

Предел изм., кА	Проверяемая точка, кА	Коэффициент ктр = кТ1 * кТ2	Показания рабочего эталона, А	Действительные значения (расчетные) силы тока, кА	а	b	Показания поверяемого СИ		Границы допустимых значений, кА	
							Напряжение, В (по показаниям рабочего эталона)	Сила тока (расчет), кА		
30	3	8000	0 3750	3 000	0,008	0,002			2,92	3,08
30	10	8000	1 2500	10 000	0,008	0,002			9,86	10,14
30	15	8000	1 8750	15 000	0,008	0,002			14,82	15,18
30	20	8000	2 5000	20 000	0,008	0,002			19,78	20,22
30	30	8000	3 7500	30 000	0,008	0,002			29,70	30,30

Заключение о соответствии требованиям технической документации: соответствует, не соответствует

Измерения провел: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /