

**СОГЛАСОВАНО**

**Технический директор  
ООО «НИЦ «ЭНЕРГО»**



\_\_\_\_\_ П. С. Казаков

\_\_\_\_\_ 07 \_\_\_\_\_ 2023 г.

М. п.

**Государственная система обеспечения единства измерений**

**Трансформаторы тока ТТН**

**Методика поверки**

**МП-НИЦЭ-053-23**

г. Москва

2023 г.

## Содержание

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....	3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .....	3
3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	4
4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ .....	4
5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ.....	4
6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ .....	5
7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	5
8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .....	6
9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ..	9
10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ.....	9
11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ .....	10

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на трансформаторы тока ТТН (далее – трансформаторы), изготавливаемые Обществом с ограниченной ответственностью «Торговый дом Морозова» (ООО «ТДМ»), на производственной площадке Общества с ограниченной ответственностью «Рыбинский электромонтажный завод» (ООО «РЭМЗ») и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

1.2 При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемость трансформатора к ГЭТ 152-2023 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 21 июля 2023 года № 1491.

1.3 Допускается проведение первичной поверки приборов при выпуске из производства до ввода в эксплуатацию на основании выборки по ГОСТ Р ИСО 2859-1-2007. Проведение выборочной первичной поверки приборов проводится по одноступенчатому выборочному плану для общего контрольного уровня I при приемлемом уровне качества AQL, равном 0,4, по ГОСТ Р ИСО 2859-1-2007. В зависимости от объема партии количество предоставляемых на поверку приборов выбирается согласно таблице 1.

Таблица 1 – Количество предоставляемых приборов

Объем партии, шт.	Объем выборки, шт.	Приемочное число Ac	Браковочное число Re
от 51 до 90 включ.	5	0	1
от 91 до 150 включ.	8		
от 151 до 280 включ.	13		
от 281 до 500 включ.	20		
от 501 до 1200 включ.	32		
от 1201 до 3200 включ.	50	1	2
от 3201 до 10000 включ.	80		
от 10001 до 35000 включ.	125	2	3
от 35001 до 150000 включ.	200	3	4

1.4 Поверка трансформатора должна проводиться в соответствии с требованиями настоящей методики поверки.

1.5 Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки, – метод сличения с помощью компаратора.

1.6 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в Приложении А.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки	Наименование операции	Необходимость выполнения при	
		первичной поверке	периодической поверке

Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки	Наименование операции	Необходимость выполнения при	
		первичной поверке	периодической поверке
7	Внешний осмотр средства измерений	Да	Да
8	Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да
8.1	Подготовительные работы	Да	Да
8.2	Проверка сопротивления изоляции	Да	Да
8.3	Размагничивание	Да	Да
8.4	Проверка правильности обозначения контактных зажимов и выводов	Да	Да
9	Определение метрологических характеристик средства измерений	Да	Да
10	Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды плюс  $(25 \pm 10)$  °С;
- относительная влажность от 30 до 80 %.

### 4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационную документацию на поверяемые трансформаторы и средства поверки.

4.2 К проведению поверки допускаются лица, соответствующие требованиям, изложенным в статье 41 Приказа Минэкономразвития России от 26.10.2020 года № 707 (ред. от 30.12.2020 года) «Об утверждении критериев аккредитации и перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации».

### 5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

Таблица 3 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
<b>Основные средства поверки</b>		
р. 9 Определение метрологических характеристик	Не ниже рабочих эталонов 1-го и 2-го разрядов согласно приказу № 2768 (Часть 1) в диапазоне от 0 до 6000 А	Трансформаторы тока измерительные переносные «ТТИП», исполнения ТТИП-5000/5, ТТИП-100/5, рег. № 39854-08
р. 9 Определение метрологических характеристик	Прибор сравнения токов с допустимой погрешностью по току в пределах от $\pm 0,03\%$ до $\pm 0,001\%$ и по фазному углу от $\pm 3,0'$ до $\pm 1,0'$	Прибор для измерения электроэнергетических величин и показателей качества электрической энергии Энергомонитор -3.3Т (далее - прибор сравнения), рег.

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
		№ 31953-06.
р. 9 Определение метрологических характеристик	Нагрузочное устройство поверяемого трансформатора тока (вторичная нагрузка) с погрешностью сопротивления нагрузки при $\cos\phi = 0,8$ , не выходящей за пределы $\pm 4\%$	Магазин нагрузок СА 5018-5, рег. № 71114-18
<b>Вспомогательные средства поверки</b>		
п. 8.3 Размагничивание р. 9 Определение метрологических характеристик	Источник тока, обеспечивающий диапазон регулирования от 1% до 120% номинального тока поверяемого трансформатора тока и установку этого тока с погрешностью, не выходящей за пределы $\pm 10\%$	Источник тока регулируемый «ИТ5000» (диапазон выходного тока от 0 до 6000 А).
п. 8.2 Проверка сопротивления изоляции	Мегомметр с характеристиками по ГОСТ 7746	Установка для проверки параметров электрической безопасности GPT-79803 (далее - мегомметр), рег. № 50682-12
п. 8.1 Подготовительные работы	Диапазон измерений температуры окружающей среды от +15 до +35 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 1$ °С, диапазон измерений относительной влажности от 30 до 80 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 3\%$	Измеритель параметров микроклимата «МЕТЕОСКОП-М», рег. № 32014-11
<p><b>П р и м е ч а н и е</b> – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</p>		

Допускается применение средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений, установленную Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27.12.2018 г. № 2768.

## **6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ**

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, установленные ГОСТ 12.3.019-80, «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей». Также должны быть соблюдены требования безопасности, изложенные в эксплуатационных документах на поверяемые трансформаторы и применяемые средства поверки.

### **7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

Трансформатор допускается к дальнейшей поверке, если:

- внешний вид трансформатора соответствует описанию типа;
- отсутствуют видимые дефекты, способные оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки.

Примечание - При выявлении дефектов, способных оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки, устанавливается возможность их устранения

до проведения поверки. При наличии возможности устранения дефектов, выявленные дефекты устраняются, и трансформатор допускается к дальнейшей поверке. При отсутствии возможности устранения дефектов, трансформатор к дальнейшей поверке не допускается.

## 8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### 8.1 Подготовительные работы

Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- изучить эксплуатационную документацию на поверяемый трансформатор и на применяемые средства поверки;
- выдержать трансформатор в условиях окружающей среды, указанных в п. 3.1, не менее 2 ч, если он находился в климатических условиях, отличающихся от указанных в п. 3.1, и подготовить его к работе в соответствии с его эксплуатационной документацией;
- подготовить к работе средства поверки в соответствии с указаниями их эксплуатационной документации;
- провести контроль условий поверки на соответствие требованиям, указанным в разделе 3, с помощью оборудования, указанного в таблице 3.

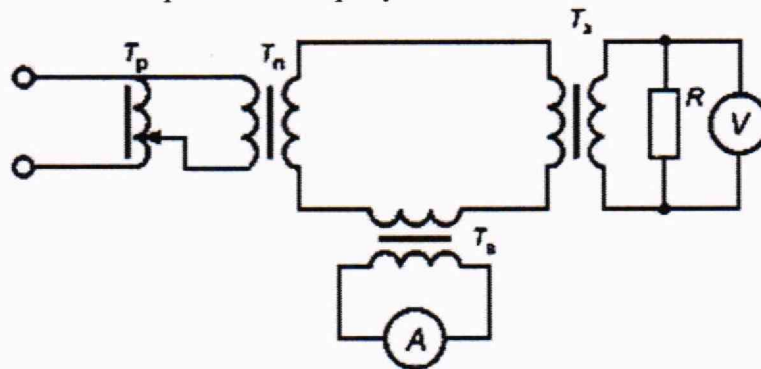
### 8.2 Проверка сопротивления изоляции

Проверку электрического сопротивления изоляции проводить для каждой обмотки между соединенными вместе контактными выводами обмоток и корпусом при помощи мегаомметра на 1000 В.

Трансформатор допускается к дальнейшей поверке, если, при проверке электрического сопротивления изоляции измеренное значение электрического сопротивления изоляции не менее 40 МОм для первичной обмотки трансформатора и не менее 20 МОм для вторичных обмоток трансформатора.

### 8.3 Размагничивание

Схема размагничивания приведена на рисунке 1.



$T_p$  - регулирующее устройство (автотрансформатор);  $T_n$  - понижающий силовой трансформатор;  $T_x$  - поверяемый трансформатор тока;  $T_s$  - вспомогательный трансформатор тока;  $R$  - резистор

Рисунок 1 - Пример схемы размагничивания трансформатора тока

Трансформаторы тока размагничивают одним из указанных ниже способов.

**Первый способ.** Вторичную обмотку замыкают на резистор мощностью не менее 250 Вт и сопротивлением  $R$ , Ом, рассчитываемым (с отклонением в пределах  $\pm 10\%$ ) по формуле:

$$R = \frac{250}{I_{\text{НОМ}}^2} \quad (1)$$

где  $I_{\text{НОМ}}^2$  - номинальный вторичный ток поверяемого трансформатора тока, А

Через первичную обмотку пропускают номинальный ток, затем плавно (в течение одной-двух минут) уменьшают его до значения, не превышающего 2 % от номинального;

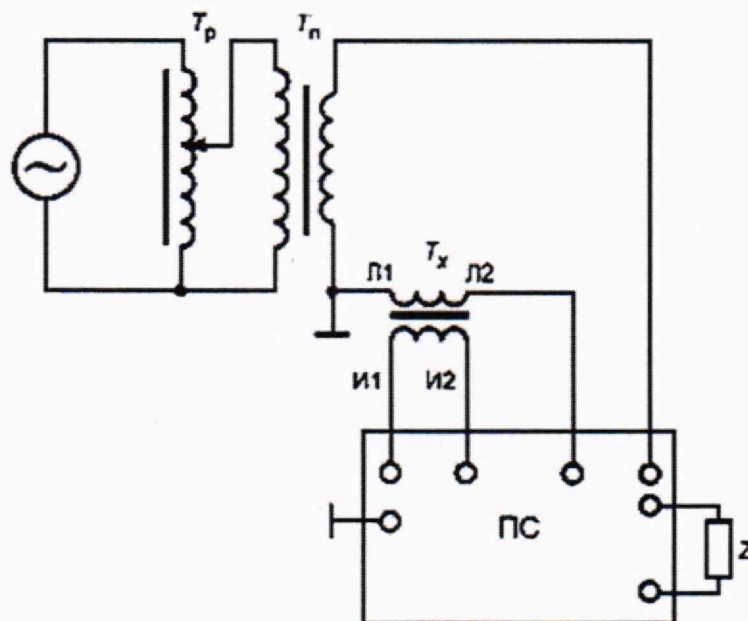
**Второй способ.** Через первичную обмотку трансформатора тока при разомкнутой вторичной обмотке пропускают ток, равный 10 % от номинального значения первичного тока, затем плавно снижают его до значения, не превышающего 0,2 % от номинального;

**Третий способ.** Через вторичную обмотку трансформатора тока при разомкнутой первичной обмотке пропускают ток, равный 10 % от номинального значения вторичного тока, затем плавно снижают его до значения, не превышающего 0,2 % от номинального.

Если при токе в первичной обмотке, составляющем 10 % от номинального значения, амплитудное напряжение на вторичной обмотке превышает 3375 В, то размагничивание начинают при меньшем значении тока, при котором напряжение, индуцируемое (второй способ) или прикладываемое к вторичной обмотке (третий способ), не превышает указанного.

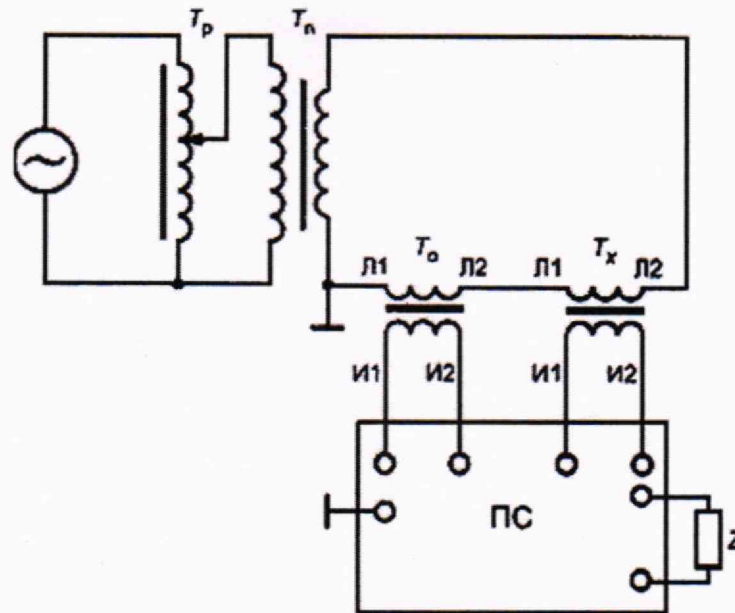
#### 8.4 Проверка правильности обозначения контактных зажимов и выводов

Схемы проверки приведены на рисунках 2-4. Правильность обозначения контактных зажимов и выводов определяют по схеме проверки, выбранной для определения погрешностей.

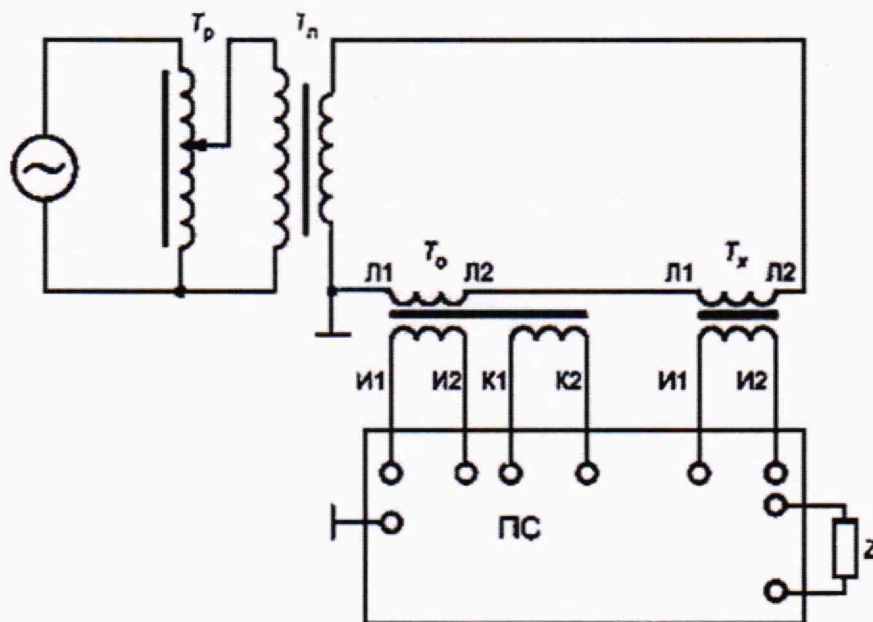


$\sim$  - сеть (генератор);  $T_p$  - регулирующее устройство (автотрансформатор);  $T_n$  - понижающий силовой трансформатор;  $T_x$  - проверяемый трансформатор тока;  $L_1, L_2$  - контактные зажимы первичной обмотки;  $I_1, I_2$  - контактные зажимы вторичной обмотки;  $Z$  - нагрузка (схема подключения нагрузки зависит от прибора сравнения и указывается в эксплуатационной документации на прибор сравнения); ПС - прибор сравнения

Рисунок 2 - Схема проверки с использованием компаратора первичного и вторичного токов



~ - сеть (генератор);  $T_p$  - регулирующее устройство (автотрансформатор);  $T_n$  - понижающий силовой трансформатор;  $T_o$  - рабочий эталон;  $T_x$  - поверяемый трансформатор тока;  $L_1, L_2$  - контактные зажимы первичной обмотки;  $I_1, I_2$  - контактные зажимы вторичной обмотки;  $Z$  - нагрузка (схема подключения нагрузки зависит от прибора сравнения и указывается в эксплуатационной документации на прибор сравнения); ПС - прибор сравнения  
 Рисунок 3 - Схема поверки с использованием рабочего эталона и прибора сравнения (компаратора вторичных токов)



~ - сеть (генератор);  $T_p$  - регулирующее устройство (автотрансформатор);  $T_n$  - понижающий силовой трансформатор;  $T_o$  - рабочий эталон;  $T_x$  - поверяемый трансформатор тока;  $L_1, L_2$  - контактные зажимы первичной обмотки;  $I_1, I_2$  - контактные зажимы вторичной обмотки;  $K_1, K_2$  - контактные зажимы дополнительной вторичной обмотки;  $Z$  - нагрузка (схема подключения нагрузки зависит от прибора сравнения и указывается в эксплуатационной документации на прибор сравнения); ПС - прибор сравнения

Рисунок 4 - Схема поверки с использованием рабочего эталона, выполненного по схеме двухступенчатого трансформатора тока



Поверяемый трансформатор тока и рабочий эталон включают в соответствии с маркировкой контактных зажимов по выбранной схеме поверки (см. рисунки 2-4). Затем плавно увеличивают первичный ток до значения, составляющего 5 %-10 % от номинального. В случае правильной маркировки выводов на приборе сравнения токов можно определить соответствующие значения погрешностей поверяемого трансформатора тока. При неправильном обозначении контактных зажимов и выводов или неисправности поверяемого трансформатора тока срабатывает защита в приборе сравнения токов. В этом случае трансформатор тока дальнейшей поверке не подлежит и к применению не допускается.

Примечание - Допускается проводить проверку правильности обозначения выводов другими методами (например, метод с использованием гальванометра и источника постоянного напряжения).

## 9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### 9.1 Определение токовой и угловой погрешностей

9.1.1 Токовые и угловые погрешности трансформаторов тока определяют дифференциальным (нулевым) методом в соответствии с рисунками 2 – 4 при значениях первичного тока и нагрузки, указанных 9.1.3. Соединение приборов для измерительной схемы по рисункам 2 – 4 осуществляют в соответствии с требованиями руководства по эксплуатации применяемого прибора сравнения токов. Номинальное значение нагрузки устанавливают до начала измерений. Последовательность выполнения измерений – от минимального значения тока с последующим его увеличением до максимального.

9.1.2 Значения относительной токовой погрешности поверяемого трансформатора тока в процентах и абсолютной угловой погрешностей, отсчитываемым по шкалам прибора сравнения токов.

#### 9.1.3 погрешность определяют

а) для трансформаторов тока класса 0,5S, выпускаемых по ГОСТ 7746-2015, - при значениях первичного тока, составляющих 1; 5; 20; 100 и 120 % от номинального значения, и при номинальной нагрузке, а также при значении первичного тока 100 % или 120 % от номинального значения и нагрузке, равной нижнему пределу диапазона нагрузок, установленному для соответствующих классов точности;

б) для трансформаторов тока классов точности 0,5, выпускаемых по ГОСТ 7746-2015, - при значениях первичного тока, составляющих 5 %; 20 %; 100 % от номинального значения и при номинальной нагрузке, а также при значении первичного тока, равного 120 %, и нагрузке, равной нижнему пределу диапазона нагрузок;

Примечание:

9.1.4 По заявке потребителя поверку трансформаторов тока, находящихся в эксплуатации, допускается проводить при иных значениях тока и вторичной нагрузки, отличающихся от указанных в настоящей методике поверки.

## 10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

Трансформатор подтверждает соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, если полученные значения токовой и угловой погрешности не превышает пределов для соответствующего класса точности, указанных в таблице 4.

Таблица 4 – Пределы допускаемых погрешностей вторичных обмоток для измерений и учета

Класс точности	Первичный ток, % номинального значения	Предел допускаемой погрешности		Диапазон вторичной нагрузки, % номинального значения
		Токовой, %	Угловой, '	
0,5	5	±1,5	±90	25-100

Класс точности	Первичный ток, % номинального значения	Предел допускаемой погрешности		Диапазон вторичной нагрузки, % номинального значения
		Токовой, %	Угловой, '	
	20	$\pm 0,75$	$\pm 45$	
	100-120	$\pm 0,5$	$\pm 30$	
0,5S	1	$\pm 1,5$	$\pm 90$	25-100
	5	$\pm 0,75$	$\pm 45$	
	20	$\pm 0,5$	$\pm 30$	
	100	$\pm 0,5$	$\pm 30$	
	120	$\pm 0,5$	$\pm 30$	

При невыполнении любого из вышеперечисленных условий (когда трансформатор не подтверждает соответствие метрологическим требованиям), поверку трансформатора прекращают, результаты поверки признают отрицательными.

## 11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Результаты поверки трансформатора подтверждаются сведениями, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком, установленным действующим законодательством.

11.2 При проведении первичной поверки трансформаторов при выпуске из производства до ввода в эксплуатацию на основании выборки в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений передаются сведения о результатах поверки всех средств измерений, входящих в партию средств измерений, из которых осуществлялась выборка.

11.3 По заявлению владельца трансформатора или лица, представившего его на поверку, положительные результаты поверки (когда трансформатор подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют свидетельством о поверке по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством, и (или) нанесением на трансформатор знака поверки, и (или) внесением в паспорт трансформатора записи о проведенной поверке, заверяемой подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

11.4 По заявлению владельца трансформатора или лица, представившего его на поверку, отрицательные результаты поверки (когда трансформатор не подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют извещением о непригодности к применению средства измерений по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством.

11.5 Протоколы поверки трансформатора оформляются по произвольной форме.

Ведущий инженер ООО «НИЦ «ЭНЕРГО»



М.С. Казаков

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Основные метрологические характеристики трансформаторов

Таблица А.1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение для модификации						
	ТТН-Ш	ТТН 30Т, TDM 30	ТТН 40	ТТН 60	ТТН 85	ТТН 100	ТТН 125
Номинальный первичный ток $I_{1ном}$ , А	5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 75, 80, 100, 120, 125, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 600, 700, 750, 800, 1000	100, 150, 200, 250, 300	300, 400, 500, 600	300, 400, 500, 600, 750, 800, 1000	750, 800, 1000, 1200, 1250, 1500,	800, 1000, 1200, 1250, 1500, 1600, 2000, 2500, 3000	1500, 2000, 2500, 3000, 4000, 5000,
Класс точности вторичной обмотки по ГОСТ 7746-2015: - для измерений - для учета	0,5 0,5S						
Номинальная вторичная нагрузка обмотки для измерений и учета $S_{2ном}$ с индуктивно-активным коэффициентом мощности, В·А	5, 10	5, 10	5, 10	10, 15	15	15	15
Диапазон вторичной нагрузки, % от $S_{2ном}$	от 25 до 100						
Номинальный вторичный ток, $I_{2ном}$ , А	5						
Номинальное напряжение, $U_{ном}$ , кВ	0,66						

Наименование характеристики	Значение для модификации						
	ТТН-Ш	ТТН 30Т, ТДМ 30	ТТН 40	ТТН 60	ТТН 85	ТТН 100	ТТН 125
Наибольшее рабочее напряжение, кВ	0,72						
Номинальный коэффициент безопасности $K_{\text{Бном}}$ вторичных обмоток для измерений и учета	от 5 до 10						