

СОГЛАСОВАНО

Руководитель филиала  
ООО «АББ» в г. Екатеринбурге



Ю. Г. Тарасов



2019 г.

УТВЕРЖДАЮ

Технический директор  
ООО «ИЦРМ»



М. С. Казаков

2019 г.

М.П.

## Трансформаторы тока серии TG

Методика поверки

ИЦРМ-МП-052-19

г. Москва

2019 г.

## Содержание

1 Общие положения.....	3
2 Нормативные ссылки.....	3
3 Операции поверки.....	3
4 Средства поверки.....	4
5 Требования к квалификации поверителей.....	5
6 Требования безопасности.....	5
7 Условия поверки.....	5
8 Подготовка к поверке.....	6
9 Проведение поверки.....	6
10 Оформление результатов поверки.....	12
Приложение А (обязательное).....	13

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок трансформаторов тока серии ТГ (далее – трансформаторы).

1.2 Трансформаторы подлежат поверке с периодичностью, устанавливаемой потребителем с учётом режимов и интенсивности эксплуатации, но не реже одного раза в 8 лет.

1.3 На первичную поверку следует предъявлять трансформаторы до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта.

1.4 На периодическую поверку следует предъявлять трансформаторы в процессе эксплуатации и хранения.

1.5 Основные метрологические характеристики представлены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристика	Значение		
	TG145 TG145N TG145N1	TG 170N	TG 245 TG 245N
Номинальное напряжение, кВ	110	150	220
Наибольшее рабочее напряжение, кВ	126	172	252
Номинальная частота переменного тока, Гц	50 или 60		
Номинальный первичный ток, А	от 5 до 3000		
Номинальный вторичный ток, А	1; 2; 5		
Количество вторичных обмоток	от 1 до 15		
Классы точности вторичных обмоток по ГОСТ 7746-2015: - для измерений и учета - для защиты	0,2; 0,2S; 0,5; 0,5S; 1; 3; 5; 10 5P; 10P		
Номинальная вторичная нагрузка $S_{2ном}$ с коэффициентом мощности $\cos \varphi_2 = 0,8$ , В·А	от 0,5 до 100		
Номинальная вторичная нагрузка $S_{2ном}$ с коэффициентом мощности $\cos \varphi_2 = 1,0$ , В·А	от 0,5 до 5		
Номинальная предельная кратность вторичных обмоток для защиты $K_{ном}$	от 2 до 100		
Номинальный коэффициент безопасности $K_{Бном}$ вторичных обмоток для измерений и учета	от 2 до 30		
Примечания: 1 По требованию заказчика трансформаторы с номинальными вторичными токами 1 А и 2 А изготавливаются с расширенным диапазоном первичного тока от 1 до 200 % номинального первичного тока в соответствии с ГОСТ 7746-2015 при ограничении по наибольшему рабочему току до 3600 А включительно. 2 По требованию заказчика трансформаторы с номинальным вторичным током 5 А изготавливаются с расширенным диапазоном первичного тока от 0,2 до 200 % номинального первичного тока в соответствии с ГОСТ 7746-2015 при ограничении по наибольшему рабочему току до 3600 А включительно.			

## 2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей методике использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ 12.2.007.0-75 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Изделия электротехнические. Общие требования безопасности (с Изменениями N 1, 2, 3, 4)

ГОСТ 21130-75 Изделия электротехнические. Зажимы заземляющие и знаки заземления. Конструкция и размеры (с Изменениями N 1, 2, 3, 4, 5)

ГОСТ 32144-2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения

ГОСТ 7746-2015 Трансформаторы тока. Общие технические условия

Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (с изменениями на 15 ноября 2018 года), приказ Минтруда России от 24.07.2013 N 328н

### 3 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

3.1 Операции, выполняемые при поверке трансформатора, и порядок их выполнения приведены в таблице 2.

Таблица 2

Наименование операции поверки	Номер пункта методики поверки	Необходимость выполнения	
		при первичной поверке	при периодической поверке
Внешний осмотр	9.1	Да	Да
Проверка сопротивления изоляции	9.2	Да	Да
Размагничивание	9.3	Да	Да
Проверка правильности обозначения контактных зажимов и выводов	9.4	Да	Да
Определение погрешностей	9.5	Да	Да

3.2 Последовательность проведения операций поверки обязательна.

3.3 При получении отрицательного результата в процессе выполнения любой из операций поверки трансформаторы бракуют и его поверку прекращают.

### 4 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки рекомендуется применять средства поверки, приведённые в таблице 3.

4.2 Применяемые средства поверки должны быть исправны, средства измерений поверены и иметь действующие документы о поверке, испытательное оборудование аттестовано и иметь действующие документы об аттестации.

4.3 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик, поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

Таблица 3

Наименование, обозначение, тип	Номер пункта Методики	Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде / характеристики
Основные средства поверки		
Трансформатор тока измерительный лабораторный ТТИ-5000.5	9.5.1, 9.5.2	Регистрационный номер 27007-04
Трансформатор тока измерительный лабораторный ТТИ-5000.51 (при измерении погрешности до 200 %)	9.5.1, 9.5.2	Регистрационный номер 55278-13

Продолжение таблицы 3

Наименование, обозначение, тип	Номер пункта Методики	Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде / характеристики
Прибор электроизмерительный эталонный многофункциональный «Энергомонитор – 3.1КМ»	9.5.1	Регистрационный номер 52854-13
Прибор сравнения КНТ- 05	9.5.2	Регистрационный номер 37854-08
Магазин нагрузок МР3027	9.5.1	Регистрационный номер 34915-07
Магазин нагрузок СА5018-1 или СА5018-5	9.5.1	Регистрационный номер 71114-18
Вспомогательные средства поверки (оборудование)		
Источник силы переменного тока	9.5	Диапазон регулирования силы переменного тока от 0 до 4000 А
Мегаомметр ЭСО210/3-Г	9.2	Регистрационный номер 50682-12
Прибор комбинированный Testo 622	9.2 - 9.5	Регистрационный номер 53505-13

## 5 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

5.1 К проведению поверки допускают лица, изучившие эксплуатационные документы поверяемых трансформаторов и применяемых средств поверки.

5.2 Поверитель должен пройти инструктаж по технике безопасности и иметь действующее удостоверение на право работы в электроустановках с напряжением выше 1000 В с квалификационной группой по электробезопасности не ниже V.

## 6 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, установленные ГОСТ 12.3.019, «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок». Должны быть соблюдены также требования безопасности, изложенные в эксплуатационных документах на трансформаторы и применяемых средств измерений.

6.2 Средства поверки, которые подлежат заземлению, должны быть надежно заземлены. Подсоединение зажимов защитного заземления к контуру заземления должно производиться ранее других соединений, а отсоединение – после всех отсоединений.

6.3 Перед любыми переключениями в цепях схем поверки следует убедиться, что питание источника силы переменного тока отключено и ток в первичной цепи поверяемого трансформатора отсутствуют. Отключение питания проводят при помощи коммутационного устройства, расположенного до регулятора напряжения или непосредственно после него.

## 7 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

7.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия применения:

- температура окружающего воздуха от +15 до +35 °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 85 до 105 кПа;
- отклонение частоты источника питающего напряжения - не более ±5 % от номинальной частоты;
- параметры сети электропитания – по ГОСТ 32144.

## 8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

8.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- провести технические и организационные мероприятия по обеспечению безопасности проводимых работ в соответствии с действующими положениями ГОСТ 12.2.007.0;

- выдержать трансформаторы в условиях окружающей среды, указанных в п. 7.1, не менее 2 ч, если они находились в климатических условиях, отличающихся от указанных в п.7.1;

- подготовить к работе средства измерений, используемые при поверке, в соответствии с руководствами по их эксплуатации.

## 9 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 9.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре устанавливают соответствие трансформаторов тока следующим требованиям:

- контактные зажимы или выводы первичной и вторичной обмоток должны быть исправны и снабжены маркировкой;

- отдельные части трансформаторов тока должны быть прочно закреплены;

- болт для заземления, если он предусмотрен конструкцией, должен иметь обозначение в соответствии с требованиями ГОСТ 21130;

- корпус трансформатора не должен иметь дефектов, приводящих к утечке, заполняющей его газовой изоляционной среды;

- на табличке трансформатора должны быть четко указаны его паспортные данные.

Если при внешнем осмотре обнаружены дефекты по приведенному перечню, то трансформатор к дальнейшим операциям поверки не допускается.

### 9.2 Проверка сопротивления изоляции

Сопротивление изоляции обмоток у трансформаторов тока, проверяют для каждой обмотки между соединенными вместе контактными выводами обмоток и корпусом при помощи мегомметра на 1000 В - для вторичных обмоток и мегомметра на 2500 В - для первичных обмоток.

Значение сопротивления изоляции обмоток трансформаторов должно быть не менее 3000 МОм для первичных обмоток трансформаторов и не менее 50 МОм - для вторичных обмоток трансформаторов.

### 9.3 Размагничивание

9.3.1 Размагничивание проводят на переменном токе при частоте 50 Гц. Трансформаторы с номинальной частотой свыше 50 Гц допускается размагничивать при номинальной частоте.

9.3.2 У трансформаторов тока с несколькими вторичными обмотками, каждая из которых размещена на отдельном магнитопроводе, размагничивают каждый магнитопровод. Допускается размагничивание различных магнитопроводов выполнять одновременно.

9.3.3 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 (1).

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

где  $I_{ном}$  - номинальный вторичный ток поверяемого трансформатора тока, А

Если поверяемый трансформатор тока имеет несколько вторичных обмоток, каждая из которых расположена на своем магнитопроводе, то обмотки, расположенные на остальных магнитопроводах, замыкают накоротко.

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.

9.3.4 Если при токе в первичной обмотке, составляющем 10 % от номинального значения, амплитудное напряжение на вторичной обмотке превышает 75 % от напряжения, указанного в ГОСТ 7746 при испытании межвитковой изоляции, то размагничивание начинают при меньшем значении тока, при котором напряжение, индуктируемое (8.3.3, второй способ) или прикладываемое к вторичной обмотке (8.3.3, третий способ), не превышает указанного.

Примечание - При поверке трансформаторов тока на предприятии-изготовителе (при выпуске из производства) или при ремонте допускается совмещать размагничивание с испытанием межвитковой изоляции или измерением тока намагничивания.

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

Правильность обозначения контактных зажимов и выводов определяют по схеме поверки, выбранной для определения погрешностей по 9.5

Поверяемый трансформатор тока и рабочий эталон включают в соответствии с маркировкой контактных зажимов по выбранной схеме поверки (см. рисунки 1, 2). Затем плавно увеличивают первичный ток до значения, составляющего от 5 % до 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 (при использовании схемы на рисунке 2), или погрешности не соответствуют заявленным (при использовании схемы на рисунке 1).

#### 9.5 Определение погрешностей.

9.5.1 Определение погрешностей трансформаторов тока с использованием Энергомонитора 3.1КМ.

9.5.1.1 Подготовить основные средства поверки: трансформатор тока измерительный лабораторный ТТИ-5000.5 или ТТИ-5000.51 (далее по тексту – эталонный трансформатор), прибор измерительный эталонный многофункциональный Энергомонитор-3.1КМ (далее по тексту – Энергомонитор-3.1КМ), магазины нагрузок МР3027, СА5018-1 или СА5018-5 и вспомогательное оборудование, представленное в таблице 3, а также поверяемые трансформаторы в соответствии с их эксплуатационной документацией.

9.5.1.2 Для определения погрешностей при значении от 1 до 200 % от номинального тока собрать схему, представленную на рисунке 1.

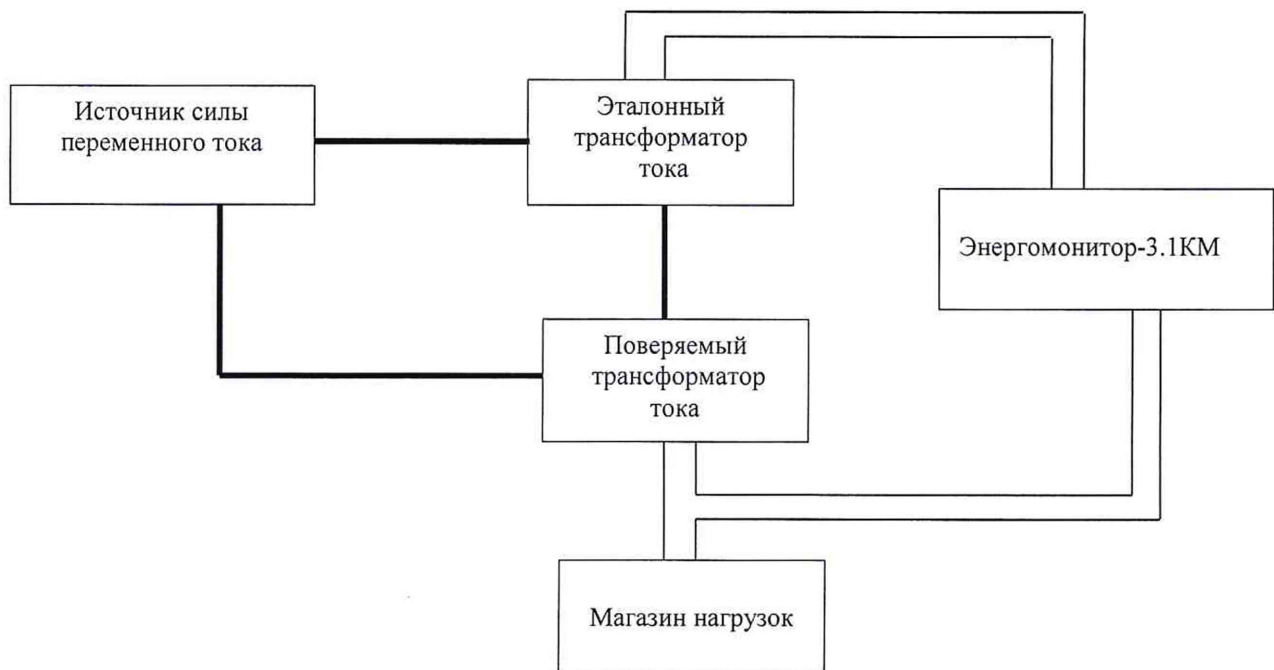


Рисунок 1 – Структурная схема определения погрешностей трансформаторов при значениях номинального тока от 1 до 200 % с использованием Энергомонитора 3.1KM.

9.5.1.3 Для определения погрешностей при значении 0,2 % от номинального тока собрать схему, указанную на рисунке 2.



Рисунок 2 – Структурная схема определения погрешностей трансформаторов при значении номинального тока 0,2 % с использованием Энергомонитора 3.1KM

Примечание - значение первичного тока, равного 0,2 % от номинального, проверяется только для трансформаторов со вторичными токами, равными 5 А для трансформаторов расширенного диапазона первичного тока.

9.5.1.4 Для трансформаторов тока с расширенным диапазоном первичного тока от 0,2 до 200 % номинального первичного тока, в случае необходимости, подключать магазины нагрузок параллельно, используя штатные кабели из состава магазина нагрузок. Расчет



нагрузки ( $S_{Mag}$ ) для магазинов нагрузок с номинальным вторичным током, отличающимся от 1 или 5 А, приведён в приложении А.

Таблица 4

Класс точности	Первичный ток, % номинального значения $I_{ном}$	Предел допускаемой погрешности			Диапазон вторичной нагрузки $S_{ном}$ ( $S_{Mag}$ ), % номинального значения
		токовой, %	угловой		
			(...')	срад	
0,2	0,2*	±1,5	±90	±2,7	от 25 до 100
	5	±0,75	±30	±0,9	
	20	±0,35	±15	±0,45	
	от 100 до 120	±0,2	±10	±0,3	
	от 150* до 200*	±0,2	±10	±0,3	
0,2S	0,2*	±1,5	±90	±2,7	от 25 до 100
	1	±0,75	±30	±0,9	
	5	±0,35	±15	±0,45	
	20	±0,2	±10	±0,3	
	от 100 до 120	±0,2	±10	±0,3	
от 150* до 200*	±0,2	±10	±0,3		
0,5	0,2*	±3,0	±180	±5,4	от 25 до 100
	5	±1,5	±90	±2,7	
	20	±0,75	±45	±1,35	
	от 100 до 120	±0,5	±30	±0,9	
	от 150* до 200*	±0,5	±30	±0,9	
0,5S	0,2*	±3,0	±180	±5,4	от 25 до 100
	1	±1,5	±90	±2,7	
	5	±0,75	±45	±1,35	
	20	±0,5	±30	±0,9	
	от 100 до 120	±0,5	±30	±0,9	
от 150* до 200*	±0,5	±30	±0,9		

Продолжение таблицы 4

Класс точности	Первичный ток, % номинального значения $I_{ном}$	Предел допускаемой погрешности			Диапазон вторичной нагрузки $S_{ном}$ ( $S_{маг}$ ), % номинального значения
		токовой, %	угловой		
			(...')	срад	
1	5	±3,0	±180	±5,4	от 25 до 100
	20	±1,5	±90	±2,7	
	от 100 до 120	±1,0	±60	±1,8	
	от 150* до 200*	±1,0	±60	±1,8	
3	от 50 до 120	±3,0	Не нормируют		от 50 до 100
	от 150* до 200*				
5	от 50 до 120	±5,0	Не нормируют		от 50 до 100
	от 150* до 200*				
10	от 50 до 120	±10	Не нормируют		от 50 до 100
	от 150* до 200*				
5P	100	±1	±60	±1,8	100
10P	100	±3	Не нормируют		100

\* - Определение погрешностей проводится только для трансформаторов с расширенным диапазоном первичного тока.

9.5.1.5 При помощи источника силы переменного тока поочередно воспроизвести испытательные сигналы, указанные в таблице 4, в соответствии с классами точности всех обмоток трансформатора.

9.5.1.6 При помощи Энергомонитор-3.1 КМ зафиксировать измеренные значения силы переменного тока и угла фазового сдвига.

9.5.1.7 Рассчитать значения относительной погрешности измерений коэффициента масштабного преобразования  $\delta_{КМ}$ , (%), и абсолютной погрешности угла фазового сдвига  $\Delta\varphi$ , (...'), по формулам (2) или (3) и (4). Для классов точности 3, 5 и 10 погрешность угла фазового сдвига не определяется.

$$\delta_{КМ} = \frac{K_{ИПТ} \times I_{изм1} - K_{ИЭТ} \times I_{изм2}}{K_{ИЭТ} \times I_{изм2}} \times 100 \% \quad (2)$$

где  $K_{ИПТ}$  – коэффициент масштабного преобразования поверяемого трансформатора;

$K_{ИЭТ}$  – коэффициент масштабного преобразования эталонного трансформатора;

$I_{изм1}$  – измеренное значение силы вторичного переменного тока, поступившего от поверяемого трансформатора на Энергомонитор-3.1 КМ, А;

$I_{изм2}$  – измеренное значение силы вторичного переменного тока, поступившего от эталонного трансформатора на Энергомонитор-3.1 КМ, А;

$$\delta K_{MI} = \frac{K_{IPT} \times I_{изм1} - I_{изм2}}{I_{изм2}} \times 100 \% \quad (3)$$

где  $K_{IPT}$  – коэффициент масштабного преобразования поверяемого трансформатора;  
 $I_{изм1}$  – измеренное с помощью Энергомонитор-3.1 КМ значение силы вторичного переменного тока поверяемого трансформатора, А;  
 $I_{изм2}$  – измеренное с помощью Энергомонитор-3.1 КМ значение силы первичного переменного тока, подаваемое от источника тока на поверяемый трансформатор, А;

$$\Delta\varphi = (\varphi_{изм1} - \varphi_{изм2}) \times 60 \quad (4)$$

где  $\varphi_{изм1}$  – измеренное значение угла фазового сдвига при помощи Энергомонитор-3.1 КМ поверяемого трансформатора, °;  
 $\varphi_{изм2}$  – измеренное значение угла фазового сдвига при помощи Энергомонитор-3.1 КМ эталонного трансформатора или источника тока, °.

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешностей не превышают значений для соответствующего класса точности, указанных в таблице 4.

9.5.2 Определение погрешностей трансформаторов тока с использованием прибора сравнения.

9.5.2.1 Подготовить основные средства поверки: ТТИ-5000, прибор сравнения КНТ-05 (далее по тексту – КНТ-05) и вспомогательное оборудование, представленное в таблице 3, а также поверяемые трансформаторы в соответствии с их эксплуатационной документацией.

9.5.2.2 Собрать схему, представленную на рисунке 3.

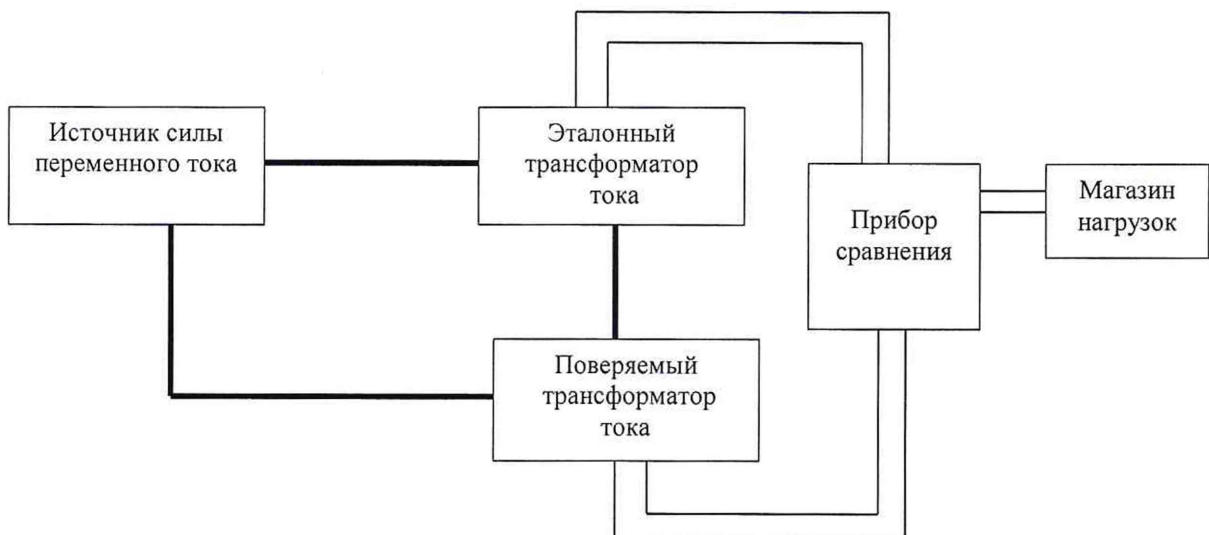


Рисунок 3 – Структурная схема определения погрешностей трансформаторов тока с использованием прибора сравнения

9.5.2.3 При помощи источника силы переменного тока поочередно воспроизвести испытательные сигналы, указанные в таблице 4, в соответствии с классами точности всех обмоток трансформатора.

9.5.2.4 При помощи КНТ-05 зафиксировать измеренные значения токовых и угловых погрешностей.

9.5.2.5 Определение погрешностей при значении 0,2 % от номинального тока (для трансформаторов расширенного диапазона первичного тока со вторичными токами, равными 5 А) проводить следующим образом: прибор сравнения КНТ-05 переключить в режим для номинального вторичного тока 1 А, выбрать значения вторичного тока, равного 1 % от номинального значения, и произвести измерения.

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешностей не превышают значений для соответствующего класса точности, указанных в таблице 4.

## 10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

10.1 По завершении операций поверки оформляется протокол поверки в произвольной форме с указанием следующих сведений:

- полное наименование аккредитованной на право поверки организации;
- номер и дата протокола поверки;
- наименование и обозначение поверенного средства измерения;
- заводской (серийный) номер;
- обозначение документа, по которому выполнена поверка;
- наименования, обозначения и заводские (серийные) номера использованных при поверке средств измерений, сведения об их последней поверке;
- температура и влажность в помещении;
- фамилия лица, проводившего поверку;
- результаты определения метрологических характеристик.

Допускается не оформлять протокол поверки отдельным документом, а результаты поверки (метрологические характеристики) указать на оборотной стороне свидетельства о поверке.

10.2 При положительном результате поверки выдается свидетельство о поверке и наносится знак в свидетельство о поверке и (или) в паспорт трансформатора в соответствии с действующей нормативной документацией.

10.3 При отрицательном результате поверки, выявленных при выполнении операций поверки, выдается извещение о непригодности в соответствии с действующей нормативной документацией.

Инженер ООО «ИЦРМ»



Е. С. Устинова

**Приложение А**  
**(обязательное)**

**Формула расчета нагрузки для магазинов нагрузок с номинальным вторичным током, отличающимся от 1 или 5 А**

$$S_{\text{маг}} = \frac{S_{\text{ном}} * I_{\text{маг}}^2}{I_{\text{ном}}^2}$$

где:

$S_{\text{маг}}$  – нагрузка, выставляемая на магазине нагрузок, В·А;

$S_{\text{ном}}$  – номинальная вторичная нагрузка обмотки, В·А;

$I_{\text{маг}}$  – номинальный ток магазина нагрузок, А;

$I_{\text{ном}}$  – номинальный вторичный ток обмотки, А.