

**Федеральное бюджетное учреждение
«Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний
в Свердловской области» (ФБУ «УРАЛТЕСТ»)**

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора
ФБУ «УРАЛТЕСТ» по метрологии,
руководитель службы по обеспечению
единства измерений ФБУ «УРАЛТЕСТ»

Ю.М. Суханов



« 01 » марта 2020 г.

Государственная система обеспечения единства измерений
Трансформаторы тока измерительные лабораторные серии ТЛЛ
Методика поверки

г. Екатеринбург
2020

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика поверки устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок трансформаторов тока измерительных лабораторных серии ТЛЛ (далее - трансформаторы).

Трансформаторы подлежат поверке с периодичностью, устанавливаемой потребителем с учётом режимов и интенсивности эксплуатации, но не реже одного раза в 5 лет.

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

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

Основные метрологические характеристики представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики трансформаторов тока измерительных лабораторных серии ТЛЛ

Наименование характеристики	Значение характеристики
Номинальное напряжение, кВ	0,66 - 35
Класс точности	0,05; 0,1
Номинальный первичный ток, А	1 - 10000
Номинальный вторичный ток, А	1; 2; 5
Частота, Гц	50; 60*
Номинальная вторичная нагрузка, В·А	1 - 15
Коэффициент мощности $\cos \varphi$	0,8; 1

Примечания:
*Только для трансформаторов, предназначенных для поставок на экспорт.
Все трансформаторы серии ТЛЛ рассчитаны на работу в расширенном диапазоне от 1% до 200% номинального первичного тока при номинальной вторичной нагрузке 5 В·А. При работе в указанном диапазоне трансформаторы гарантировано соответствуют заявленному классу точности 0,05 или 0,1. Погрешности вторичных обмоток для измерений таких трансформаторов должны при токах 150% и 200% соответствовать нормам класса точности 0,05 или 0,1 для 120% номинального тока.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

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	8.1	Да	Да
Проверка сопротивления изоляции	8.2	Да	Да
Размагничивание	8.3	Да	Да
Проверка правильности обозначения контактных зажимов и выводов	8.4	Да	Да
Определение погрешностей	8.5	Да	Да

Последовательность проведения операций поверки обязательна.

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

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

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

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

Таблица 3

Наименование, обозначение, тип	Номер пункта методики	Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде / характеристики
Основные средства поверки		
Трансформатор тока измерительный лабораторный ТТИ-5000.51	8.4; 8.5	Регистрационный номер 55278-13
Трансформатор тока измерительный лабораторный ТТИ-100	8.5.2 8.5.3	Регистрационный номер 29922-05
Трансформатор тока измерительный лабораторный ТТИ-200	8.5.2 8.5.3	Регистрационный номер 37898-08
Прибор сравнения КНТ- 05	8.4; 8.5	Регистрационный номер 37854-08
Магазин нагрузок МР3027	8.4; 8.5	Регистрационный номер 34915-07
Магазин нагрузок СА5018-1 или СА5018-5	8.4; 8.5	Регистрационный номер 71114-18
Вспомогательные средства поверки (оборудование)		
Источник силы переменного тока	8.5	Диапазон регулирования силы переменного тока от 0 до 20000 А
Мегаомметр ЭС0210/3-Г	8.2	Регистрационный номер 50682-12
Прибор комбинированный Testo 622	8.2-8.5	Регистрационный номер 53505-13

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

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

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

4.2 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 III.

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, установленные ГОСТ 12.3.019-80, «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок». Должны быть соблюдены также требования безопасности, изложенные в эксплуатационных документах на трансформаторы и применяемых средств измерений.

5.2 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.

5.3 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.

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

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.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- провести технические и организационные мероприятия по обеспечению безопасности проводимых работ в соответствии с действующими положениями ГОСТ 12.2.007.0-75;
- выдержать трансформаторы в условиях окружающей среды, указанных в п. 6, не менее 2 ч, если они находились в климатических условиях, отличающихся от указанных в п.6;
- подготовить к работе средства измерений, используемые при поверке, в соответствии с руководствами по их эксплуатации.

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 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 21130-75;
- 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.

8.2 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.

8.3 Размагничивание

Размагничивание проводят на переменном токе при частоте 50 Гц. Трансформаторы с номинальной частотой 60 Гц допускается размагничивать при частоте 50 Гц.

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

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 $I_{\text{ном}}$ — 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.

Если при токе в первичной обмотке, составляющем 10 % от номинального значения, амплитудное напряжение на вторичной обмотке превышает 75 % от напряжения, указанного в ГОСТ 23624 при испытании межвитковой изоляции, то размагничивание начинают при меньшем значении тока, при котором напряжение, индуцируемое (второй способ) или прикладываемое к вторичной обмотке (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.

8.4 Проверка правильности обозначения контактных зажимов и выводов

Правильность обозначения контактных зажимов и выводов определяют по схеме поверки, приведенной на рисунке 1.

Поверяемый трансформатор тока и рабочий эталон включают в соответствии с маркировкой контактных зажимов по схеме поверки (см. рисунки 1). 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. В этом случае трансформатор тока дальнейшей поверке не подлежит и к применению не допускается.

8.5 Определение погрешностей.

8.5.1 Определение погрешностей трансформаторов тока с номинальным вторичным током 5 А и 1 А в диапазоне первичных токов от 1 до 5000 А.

Подготовить основные и вспомогательные средства поверки в соответствии с их эксплуатационной документацией.

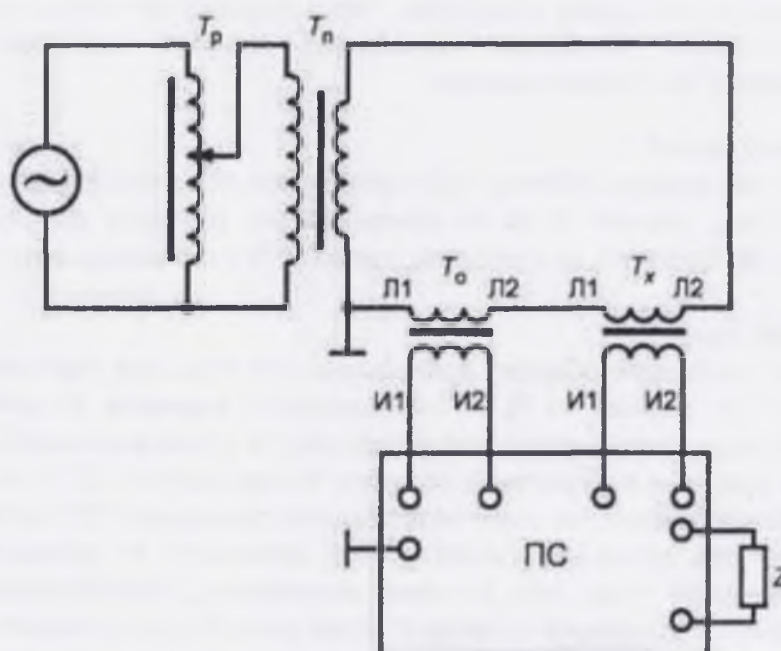
Для определения погрешностей при значении от 1 до 200 % от номинального первичного тока в диапазоне от 1 до 5000 А собрать схему, представленную на рисунке 1.

В случае необходимости, подключать магазины нагрузок параллельно, используя штатные кабели из состава магазина нагрузок.

Для трансформаторов тока, у которых 25 % или 50 % от номинального значения нагрузки составляет менее 1 В·А, погрешность определяют при нагрузке 1 В·А.

Для трансформаторов тока с частотой 60 Гц погрешности определяют на частоте 50 Гц.

При помощи источника силы переменного тока поочередно воспроизвести испытательные сигналы, указанные в таблице 4 для всех значений номинального первичного тока поверяемого трансформатора.



~ - сеть (генератор); T_p - регулирующее устройство (автотрансформатор); T_n - понижающий силовой трансформатор; T_o - рабочий эталон (Трансформатор тока измерительный лабораторный ТТИ-5000.51); T_x - поверяемый трансформатор тока измерительный лабораторный серии ТЛЛ; L_1, L_2 - контактные зажимы первичной обмотки (первичный токоведущий контур для исполнения с центральным отверстием и соответствующим диапазоном номинального первичного тока); I_1, I_2 - контактные зажимы вторичной обмотки; Z - нагрузка; ПС - прибор сравнения КНТ-05

Рисунок 1 - Схема определения погрешностей трансформаторов тока с использованием прибора сравнения КНТ-05 в диапазоне первичных токов от 1 до 5000 А

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

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

Таблица 4

Класс точности	Первичный ток, % номинального значения / _{НОМ}	Предел допускаемой погрешности			Вторичная нагрузка $S_{НОМ} (S_{Ма2})$, % номинального значения
		токовой, %	угловой		
			...'	срад	
0,05	1	±0,2	±10	±0,3	100
	5	±0,1	±5	±0,15	
	20	±0,05	±3	±0,09	
	100	±0,05	±3	±0,09	
	120	±0,05	±3	±0,09	
	150	±0,05	±3	±0,09	
	200	±0,05	±3	±0,09	
	1	±0,2	±10	±0,3	50
	5	±0,1	±5	±0,15	
	20	±0,05	±3	±0,09	
	100	±0,05	±3	±0,09	
	120	±0,05	±3	±0,09	
	150	±0,05	±3	±0,09	
	200	±0,05	±3	±0,09	
0,1	1	±0,4	±20	±0,6	25
	5	±0,2	±10	±0,3	
	20	±0,1	±5	±0,15	
	100	±0,1	±5	±0,15	
	120	±0,1	±5	±0,15	
	150	±0,1	±5	±0,15	
	200	±0,1	±5	±0,15	
	1	±0,4	±20	±0,6	100
	5	±0,2	±10	±0,3	
	20	±0,1	±5	±0,15	
	100	±0,1	±5	±0,15	
	120	±0,1	±5	±0,15	
	150	±0,1	±5	±0,15	
	200	±0,1	±5	±0,15	

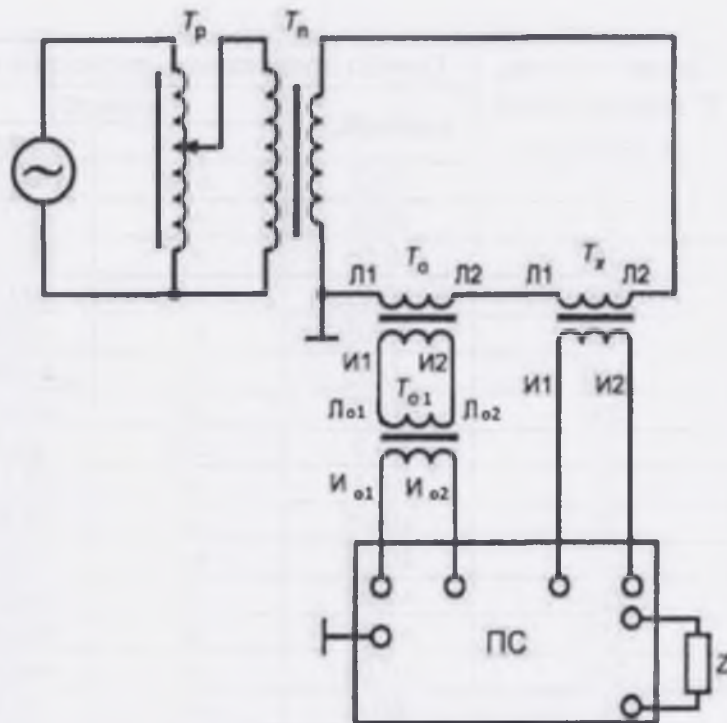
Примечания:
 - для трансформаторов тока класса точности 0,05 метрологические характеристики нормируются только при активной нагрузке.

8.5.2 Определение погрешностей трансформаторов тока с номинальным вторичным током 5 А и 1 А в диапазоне первичных токов свыше 5000 А.

Определение погрешностей проводят по схеме, изображенной на рисунке 2 в соответствии с п.8.5.1.

Для определения погрешностей в диапазоне первичных токов до 9000 А используют трансформатор тока измерительный лабораторный ТТИ-100 (далее ТТИ-100) или трансформатор тока измерительный лабораторный ТТИ-200 (далее ТТИ-200) ко вторичной обмотке которого подключают трансформатор ТТИ-5000.51.

Для определения погрешностей при первичном токе 10000 А используют ТТИ-200, ко вторичной обмотке которого подключают трансформатор ТТИ-5000.51.



\sim - сеть (генератор); T_p - регулирующее устройство (автотрансформатор); T_n - понижающий силовой трансформатор; T_o - рабочий эталон (Трансформатор тока измерительный лабораторный ТТИ-100 или ТТИ-200); T_{o1} - рабочий эталон (Трансформатор тока измерительный лабораторный ТТИ-5000.51) T_x - поверяемый трансформатор тока измерительный лабораторный серии ТЛЛ; L_1, L_2 (L_{o1}, L_{o2} для трансформатора ТТИ-5000.51) - контактные зажимы первичной обмотки (первичный токоведущий контур для исполнения с центральным отверстием и соответствующим диапазоном номинального первичного тока); I_1, I_2 - контактные зажимы вторичной обмотки (I_{o1}, I_{o2} - трансформатора ТТИ-5000.51); Z - нагрузка; ПС - прибор сравнения КНТ-05

Рисунок 2 - Схема определения погрешностей трансформаторов тока в диапазоне первичных токов свыше 5000 А

Погрешности трансформаторов тока серии ТЛЛ (за исключением ТЛЛ – 35) допускается определять с первичной обмоткой, которую создают пропуская витки провода через центральное отверстие, при всех значениях номинальных ампервитков. Число витков такой первичной обмотки определяют из условия равенства ее ампервитков номинальному значению первичного тока. Витки должны располагаться в соответствии с технической документацией поверяемого трансформатора тока.

8.5.3 Определение погрешностей трансформаторов тока с номинальным вторичным током 2 А.

Определение погрешностей проводят по схемам, изображенным на рисунках 1 и 2 в соответствии с п.8.5.1, при этом используют вторичную обмотку трансформатора тока ТТИ-5000.51 (далее ТТИ-5000.51) с номинальным вторичным током 5 А, а также трансформаторы ТТИ-100 и ТТИ-200. Пример значений номинального первичного тока ТТИ-5000.51 и соответствующих им значений номинального первичного тока поверяемого трансформатора серии ТЛЛ приведены в таблице 5.

При использовании схемы, изображенной на рисунке 2, первичную обмотку ТТИ-5000.51 подключают ко вторичной обмотке ТТИ-100 или ТТИ-200. Прибор сравнения подключают ко вторичной обмотке ТТИ-5000.51 с номинальным вторичным током 5 А.

Таблица 5*

Номинальное значение первичного тока поверяемого трансформатора серии ТЛЛ (номинальный вторичный ток 2 А), А	Соответствующее номинальное значение первичного тока на ТТИ-5000.51 (номинальный вторичный ток 5 А), А	Примечания
1	2,5	
10	25	
15	150	Намотка 4-х витков первичной обмотки на ТТИ-5000.51
20	50	
30	75	
40	100	
50	250	Намотка 2-х витков первичной обмотки на ТТИ-5000.51
75	750	Намотка 4-х витков первичной обмотки на ТТИ-5000.51
80	200	
100	250	
150	750	Намотка 2-х витков первичной обмотки на ТТИ-5000.51
200	500	
300	750	
400	1000	
500	1250	
600	1500	
800	2000	
1000	2500	
2000	5000	
3000	75	Схема согласно рисунка 2, где То – ТТИ-100.
4000	100	Схема согласно рисунка 2, где То – ТТИ-100.
5000	250	Схема согласно рисунка 2, где То – ТТИ-100. Намотка 2-х витков первичной обмотки (которая является вторичной обмоткой ТТИ-100) на ТТИ-5000.51
6000	150	Схема согласно рисунка 2, где То – ТТИ-100
8000	200	Схема согласно рисунка 2, где То – ТТИ-100
10000	250	Схема согласно рисунка 2, где То – ТТИ-200. Намотка 2-х витков первичной обмотки (которая является вторичной обмоткой ТТИ-200) на ТТИ-5000.51

*- Определение погрешностей для номинальных первичных токов в диапазоне от 1 до 10000 А, не указанных в таблице 5 выполняется по аналогии – подбором ампервитков первичных и вторичных обмоток ТТИ-5000.51 с коэффициентом деления 2,5 (ввиду

использования вторичной обмотки с номинальным током 5А трансформатора ТТИ-5000.51), а также трансформаторов ТТИ-100 и ТТИ-200 при необходимости.

В случае необходимости, подключать магазины нагрузок последовательно и параллельно, используя штатные кабели из состава магазина нагрузок.

Результаты по пп.8.5.1, 8.5.2, 8.5.3 считают положительными, если полученные значения погрешностей не превышают значений для соответствующего класса точности, указанных в таблице 4.

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

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;
- условия поверки, согласно п.6;
- фамилия и инициалы лица, проводившего поверку;
- результаты определения метрологических характеристик.

При положительном результате поверки оформляется свидетельство о поверке и наносится знак в свидетельство о поверке и (или) в паспорт трансформатора в соответствии с действующей нормативной документацией. А также знак поверки наносится на СИ во всех случаях, когда конструкция СИ не препятствует этому и условия их эксплуатации обеспечивает сохранность знака поверки в течение всего интервала между поверками.

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