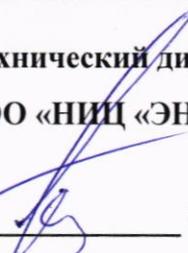


СОГЛАСОВАНО

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


_____ **П. С. Казаков**

мая _____ **2025 г.**



Государственная система обеспечения единства измерений

Трансформаторы тока ТЛК-СТ

Методика поверки

МП-НИЦЭ-014-25

г. Москва
2025 г.

Содержание

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	3
3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	3
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 И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ	7
10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	10

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на трансформаторы тока ТЛК-СТ (далее – трансформаторы), изготавливаемые Акционерным обществом «Самарский трансформатор» (АО «СТ»), 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 Поверка трансформатора должна проводиться в соответствии с требованиями настоящей методики поверки.

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

1.5 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 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1
Размагничивание	Да	Да	8.2
Проверка правильности обозначения контактных зажимов и выводов	Да	Да	8.3
Определение метрологических характеристик средства измерений	Да	Да	9
Определение токовой и угловой погрешностей	Да	Да	9.1
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды плюс (25 ± 10) °С;
- относительная влажность от 30 % до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа.

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 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Основные средства поверки		
р. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Эталоны единицы коэффициентов преобразования силы электрического тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда по Приказу Росстандарта от 21 июля 2023 года № 1491.	Трансформатор тока измерительный переносной «ТТИП», исполнение ТТИП-5000/5, рег. № 39854-08; Трансформатор тока измерительный переносной «ТТИП», исполнение ТТИП-100/5, рег. № 39854-08
	Средства измерений коэффициентов преобразования силы электрического тока в диапазоне измерений от 0,05 до 3600 А при частоте 50 Гц	Прибор для измерения электро-энергетических величин и показателей качества электрической энергии Энергомонитор-3.3Т, рег. № 31953-06
	Средство измерений для сравнения вторичных токов с номинальными значениями 1 и 5 А, с допускаемой погрешностью по току в пределах от $\pm 0,02\%$ до $\pm 0,3\%$ и по фазовому углу от $\pm 1,0'$ до $\pm 6,0'$.	Магазин нагрузок СА5018-1 и СА5018-5, рег. № 71114-18
Вспомогательные средства поверки		

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от +15 °С до +35 °С, с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений ± 1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 %, с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений ± 3 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне 84 до 106 кПа с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 0,5$ кПа.	Измеритель параметров микроклимата «МЕТЕОСКОП-М», рег. № 32014-11
п. 8.2 Размагничивание (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений силы переменного тока в диапазоне от 0 до 300 А, класс точности не ниже 5 по ГОСТ 8711-93.	Клещи электроизмерительные АРРА 138, рег. № 49302-12
	Средства измерений напряжения переменного тока в диапазоне от 1 до 4,5 кВ класса точности не ниже 1,0 по ГОСТ 8711-93.	Вольтметр С502, рег. № 4551-74; Киловольтметр многопредельный цифровой ПрофКиП СКВ-120/140, рег. № 64607-16
р. 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений р. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Источник тока, обеспечивающий диапазон регулирования от 1 % до 120 % номинального тока поверяемого трансформатора тока и установку этого тока с погрешностью, не выходящей за пределы ± 10 %.	Источник тока регулируемый ИТ5000
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице, а также другое вспомогательное оборудование, удовлетворяющее техническим требованиям, указанным в таблице.		

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 и изображению, приведенному в описании типа;
- соблюдаются требования по защите трансформатора от несанкционированного вмешательства согласно описанию типа;
- контактные зажимы или выводы первичной и вторичной обмоток должны быть исправлены и снабжены маркировкой;
- отдельные части трансформатора должны быть прочно закреплены;
- наружные поверхности трансформатора не должны иметь дефектов изоляции и загрязнений;
- должна быть табличка с маркировкой, где четко указаны данные трансформатора в соответствии с требованиями ГОСТ 7746 и ГОСТ Р МЭК 61869-2-2015;
- наличие эксплуатационной документации в соответствии с комплектностью.

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 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 1.

8.2 Размагничивание

Размагничивание проводить по следующей методике:

Через первичную обмотку трансформатора 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. Если при токе в первичной обмотке, составляющем 10 % от номинального значения первичного тока, амплитудное напряжение на вторичной обмотке превышает 75 % от напряжения, равного 4,5 кВ, то размагничивание начинают при меньшем значении тока, при котором индуцируемое напряжение во вторичной обмотке, не превышает указанного.

Если при токе в первичной обмотке, составляющем 10 % от номинального значения, амплитудное напряжение на вторичной обмотке превышает 75 % от напряжения, 4,5 кВ, то размагничивание начинают при меньшем значении тока, при котором напряжение, индуцируемое к вторичной обмотке, не превышает указанного.

8.3 Проверка правильности обозначения контактных зажимов и выводов

Проверку правильности обозначения контактных зажимов и выводов проводить по методике, изложенной в п. 10.4 по ГОСТ 8.217-2024.

В случае правильной маркировки выводов испытываемого трансформатора на приборе сравнения токов можно определить соответствующие значения погрешностей. При неправильном обозначении контактных зажимов и выводов или неисправности испытываемого трансформатора срабатывает защита в приборе сравнения токов, в этом случае трансформатор к дальнейшим испытаниям не допускают и результат испытаний считают отрицательным.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

9.1. Определение токовой и угловой погрешностей

9.1.1. Для трансформаторов, имеющих классы точности вторичных обмоток для измерения и учета 0,2; 0,2S; 0,5; 0,5S; 1 и классы точности вторичных обмоток для защиты 5P; 10P, имеющих номинальные значения первичного тока, вторичного тока и номинальной вторичной нагрузки по ГОСТ 7746-2015 определение погрешностей измерений осуществляется по методике, изложенной в п. 10.5 по ГОСТ 8.217-2024, пределы допускаемых погрешностей приведены в таблицах 3 и 4.

9.1.2. Для трансформаторов, имеющих классы точности вторичных обмоток для защиты 5PR; 10PR; PX; PXR; TPX; TPY; TPZ и классы точности вторичных обмоток для измерения и учета 0,2; 0,2S; 0,5; 0,5S; 1 по ГОСТ Р МЭК 61869-2-2015 определение погрешностей осуществляется по методам, изложенным в п. 9.1.3, пределы допускаемых погрешностей приведены в таблицах 3 и 5-7.

Таблица 3 – Пределы допускаемых погрешностей вторичных обмоток для измерения и учета

Класс точности	Первичный ток, % номинального значения	Пределы допускаемой токовой погрешности, %	Угловая погрешность	
			'	срад
0,2	5	±0,75	±30	±0,9
	20	±0,35	±15	±0,45
	от 100 до 120	±0,2	±10	±0,3
0,2S	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
0,5	5	±1,5	±90	±2,7
	20	±0,75	±45	±1,35
	от 100 до 120	±0,5	±30	±0,9
0,5S	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
1	5	±3,0	±180	±5,4
	20	±1,5	±90	±2,7
	от 100 до 120	±1,0	±60	±1,8

Таблица 4 – Пределы допускаемых погрешностей вторичных обмоток для защиты по ГОСТ 7746-2015

Классы точности	Пределы допускаемой токовой погрешности, %	Угловая погрешность при номинальном первичном токе	
		'	срад
5P	±1	±60	±1,8
10P	±3	-	-

Таблица 5 – Пределы допускаемых погрешностей вторичных обмоток для защиты по ГОСТ Р МЭК 61869-2-2015

Классы точности	Пределы допускаемой токовой погрешности, %	Угловая погрешность при номинальном первичном токе	
		'	срад
5PR	±1	±60	±1,8
10PR	±3	-	-

Таблица 6 – Пределы допускаемых погрешностей вторичных обмоток для защиты по ГОСТ Р МЭК 61869-2-2015

Классы точности	Пределы допускаемой погрешности по виткам, %
PX	±0,25
PXR	±1

Таблица 7 – Пределы допускаемых погрешностей вторичных обмоток для защиты по ГОСТ Р МЭК 61869-2-2015

Классы точности	Коэффициент масштабного преобразования, %	Угол фазового сдвига при номинальном первичном токе	
		'	срад
TRX	±0,5	±30	0,9
TRY	±1	±60	±1,8
TRZ	±1	180±18	5,3±0,6

9.1.3 Для трансформаторов тока, имеющих номинальные значения первичного тока и номинальные вторичные нагрузки отличающиеся от представленных в ГОСТ 7746-2015 определение погрешностей осуществляется по следующей методике:

1) Подготовить основные средства поверки (трансформатор тока измерительный переносной «ТТИП-5000/5» (далее – ТТИП-5000/5) или трансформатор тока измерительный переносной «ТТИП-100/5» (далее – ТТИП-100/5) в зависимости от величины первичного тока, прибор для измерения электро-энергетических величин и показателей качества электрической энергии Энергомонитор-3.3Т (далее – Энергомонитор-3.3Т), магазин нагрузок СА5018 и вспомогательное оборудование представленное в таблице 2, а также поверяемые трансформаторы в соответствии с их эксплуатационной документацией.

2) Собрать схему, представленную на рисунке 1.



Рисунок 1 – Схема для определения погрешностей

3) При помощи источника силы переменного тока ИТ5000 поочередно воспроизвести, следующие испытательные сигналы силы переменного тока:

- $0,05 \cdot I_{\text{НОМ}}$, $0,2 \cdot I_{\text{НОМ}}$, $I_{\text{НОМ}}$ - для измерительных обмоток классов точности 0,2; 0,5 и 1 (токовая и угловая погрешности) при номинальном значении вторичной нагрузки $S_{\text{НОМ}}$ ($S_{\text{МАГ}}$), а также $1,2 \cdot I_{\text{НОМ}}$ при значении нагрузки равной $0,25 \cdot S_{\text{НОМ}}$ ($S_{\text{МАГ}}$);

- $0,01 \cdot I_{\text{НОМ}}$, $0,05 \cdot I_{\text{НОМ}}$, $0,2 \cdot I_{\text{НОМ}}$, $I_{\text{НОМ}}$, $1,2 \cdot I_{\text{НОМ}}$ для измерительных обмоток классов точности 0,2S и 0,5S (токовая и угловая погрешности) при номинальном значении вторичной $S_{\text{НОМ}}$ ($S_{\text{МАГ}}$), а также $1,2 \cdot I_{\text{НОМ}}$ при значении вторичной нагрузки равной $0,25 \cdot S_{\text{НОМ}}$ ($0,25 \cdot S_{\text{МАГ}}$);

- для защитных обмоток трансформаторов классов точности 5P; 10P; 5PR; 10PR (токовая и угловая погрешности) проверка проводится только при $I_{\text{НОМ}}$ и номинальном значении вторичной нагрузки $S_{\text{НОМ}}$ ($S_{\text{МАГ}}$);

- для защитных обмоток трансформаторов классов точности PX; PXR (погрешность по виткам); TPX; TPY; TPZ (погрешность коэффициента масштабного преобразования и угла фазового сдвига) проверка проводится только при $I_{\text{НОМ}}$ и номинальном значении вторичной нагрузки $S_{\text{НОМ}}$ ($S_{\text{МАГ}}$).

4) При помощи Энергомонитор-3.3Т зафиксировать измеренные значения силы переменного тока и угла фазового сдвига.

5) При помощи Энергомонитор-3.3Т произвести сравнение сигналов, полученных от поверяемого трансформатора и эталонного трансформатора.

6) Замерить или рассчитать значения относительной погрешности измерений коэффициента масштабного преобразования (токовой погрешности) по формуле (1), абсолютной погрешности угла фазового сдвига (угловой погрешности) по формуле (2).

$$\delta K_{M1} = \frac{K_{\text{ИПТ}} \cdot I_{\text{ИЗМ1}} - K_{\text{ИЭТ}} \cdot I_{\text{ИЗМ2}}}{K_{\text{ИЭТ}} \cdot I_{\text{ИЗМ2}}} \cdot 100 \quad (1)$$

где $K_{\text{ИПТ}}$ — коэффициент масштабного преобразования поверяемого трансформатора;

$K_{\text{ИЭТ}}$ — коэффициент масштабного преобразования ТТИП-5000/5 или ТТИП-100/5;

$I_{\text{ИЗМ1}}$ — измеренное значение силы переменного тока, поступившего от поверяемого трансформатора на Энергомонитор-3.3Т, А;

$I_{\text{ИЗМ2}}$ — измеренное значение силы переменного тока, поступившего от ТТИП-5000/5 или ТТИП-100/5 на Энергомонитор-3.3Т, А;

$$\Delta\varphi = \varphi_{\text{ИЗМ1}} - \varphi_{\text{ИЗМ2}} \quad (2)$$

где $\varphi_{\text{ИЗМ1}}$ — измеренное значение угла фазового сдвига при помощи Энергомонитор-3.3Т, при измерении испытательного сигнала от поверяемого трансформатора, градус;

$\varphi_{\text{ИЗМ2}}$ — измеренное значение угла фазового сдвига при помощи Энергомонитор-3.3Т при измерении испытательного сигнала от ТТИП-5000/5 или ТТИП-100/5, градус.

7) Погрешность по виткам рассчитать по формуле (3).

$$\delta_W = \frac{K_{\text{И}} - K_{\text{Н}}}{K_{\text{Н}}} \cdot 100\% \quad (3)$$

где $K_{\text{И}}$ — измеренный коэффициент масштабного преобразования;

$K_{\text{Н}}$ — номинальный коэффициент масштабного преобразования, равный отношению первичного номинального тока к вторичному номинальному току.

$$K_{\text{И}} = \frac{I_3 - K_3}{I_T} \quad (4)$$

где I_3 — значение силы вторичного тока эталона, А;

I_T — значение силы вторичного тока поверяемого трансформатора, А;

K_3 — номинальный коэффициент масштабного преобразования эталона.

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешностей не превышают значений для соответствующего класса точности, указанного в таблицах 3-5.

10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

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

10.2 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.

10.3 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.

10.4 Протоколы поверки трансформатор оформляются по произвольной форме.

Ведущий инженер ООО «НИЦ «ЭНЕРГО»



М. С. Казаков

Инженер 2 категории ООО «НИЦ «ЭНЕРГО»

А. А. Сычева

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Основные метрологические характеристики трансформаторов

Таблица А.1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение для исполнений			
	ТЛК-СТ-10		ТЛК-СТ-35	ТЛК-СТ-20
Номинальное напряжение, кВ	6	10	35	20
Наибольшее рабочее напряжение, кВ	7,2	12	40,5	24
Номинальный первичный ток, А	от 5 до 2500		от 5 до 3000	от 5 до 2500
Номинальная вторичная нагрузка, В·А	от 3 до 50		от 5 до 100	от 5 до 100
Классы точности вторичных обмоток для измерения и учета - по ГОСТ 7746-2015 - по ГОСТ Р МЭК 61869-2-2015	0,2; 0,2S; 0,5; 0,5S; 1 0,2; 0,2S; 0,5; 0,5S; 1			
Классы точности вторичных обмоток для защиты -по ГОСТ 7746-2015 -по ГОСТ Р МЭК 61869-2-2015	5P; 10P 5PR; 10PR; PX; PXR; TPX; TPY; TPZ			
Номинальный вторичный ток, А	1; 5			
Номинальная частота, Гц	50; 60			
Номинальный коэффициент безопасности приборов вторичной обмотки	от 2 до 20			
Номинальная предельная кратность вторичной обмотки	от 5 до 30			