

**Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии  
Уральский научно-исследовательский институт метрологии - филиал  
Федерального государственного унитарного предприятия  
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии  
им.Д.И.Менделеева»  
(УНИИМ - филиал ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»)**

**СОГЛАСОВАНО**

Директор УНИИМ – филиала  
ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»

Е. П. Собина

2022 г.



**«ГСИ. Трансформаторы тока ТВ-ЭК.  
Методика поверки»**

**МП 23-26-2022**

Екатеринбург  
2022 г.

**Разработана:** Уральским научно-исследовательским институтом метрологии (УНИИМ) - филиалом Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно – исследовательский институт метрологии им. Д.И.Менделеева», г. Екатеринбург.

**Исполнители:** А.А. Ахмеев, Е.С. Оглобличева, А.М. Шабуров (УНИИМ - филиал ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»)

**Согласована:** Директором УНИИМ – филиала ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» в 2022 г.

**Введена взамен:** ИЦРМ-МП-205-18 с изменением №1 «Трансформаторы тока ТВ-ЭК. Методика поверки», разработанной и утвержденной Обществом с ограниченной ответственностью «Испытательный центр разработок в области метрологии» (ООО «ИЦРМ»), г. Москва, дата утверждения 27.09.2019 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие положения	4
2 Перечень операций поверки	5
3 Требования к условиям проведения поверки	5
4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку	5
5 Метрологические и технические требования к средствам поверки	6
6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	8
7 Внешний осмотр средства измерений	8
8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8
9 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	9
10 Оформление результатов поверки	11
Приложение А (обязательное) Формула расчета нагрузки для магазинов нагрузок с номинальным вторичным током, отличающимся от 1 или 5 А	12

Дата введения в действия «01» 06 2022 г.

## 1 Общие положения

1.1 Настоящая методика распространяется на трансформаторы тока ТВ-ЭК (далее – трансформаторы), изготовленные ООО «Электрощит-К», Калужская обл., Бабынинский район, п. Бабынино, и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок. Поверка трансформаторов должна производиться в соответствии с требованиями настоящей методики. До ввода в эксплуатацию, а также после ремонта трансформаторы подлежат первичной поверке, а в процессе эксплуатации – периодической поверке.

1.2 При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемость трансформаторов к Государственному первичному эталону единиц коэффициентов преобразования силы электрического тока ГЭТ 152-2018 согласно государственной поверочной схеме для средств измерений коэффициентов преобразования силы электрического тока, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2018 г. № 2768 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений коэффициентов преобразования силы электрического тока».

1.3 При проведении поверки трансформаторов с классами точности по ГОСТ 7746-2015 «Трансформаторы тока. Общие технические условия», проводить поверку по документу ГОСТ 8.217-2003 «ГСИ. Трансформаторы тока. Методика поверки», при проведении поверки трансформаторов с классами точности по ГОСТ Р МЭК 61869-2-2015 «Трансформаторы измерительные. Часть 2. Дополнительные требования к трансформаторам тока», руководствуются настоящей методикой поверки.

1.4 В настоящей методике поверки реализована поверка дифференциальным (нулевым) методом.

1.5 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Номинальное напряжение ввода $U_{ном}$ , кВ	0,66; 3; 6; 10; 15; 20; 24; 27; 35; 110; 150; 220; 330; 500; 750
Наибольшее рабочее напряжение ввода, кВ	0,72; 3,6; 7,2; 12; 17,5; 24; 26,5; 30; 40; 126; 172; 252; 363; 525; 787
Номинальный первичный ток $I_{1ном}$ , А	от 50 до 45000
Номинальный вторичный ток $I_{2ном}$ , А	1; 2; 2,5; 5
Номинальная частота переменного тока, Гц	50, 60
Номинальная вторичная нагрузка с индуктивно-активным коэффициентом мощности $\cos \varphi=0,8$ , В·А	от 1 до 150
Классы точности вторичных обмоток для измерений и учета по ГОСТ 7746-2015	0,2S; 0,2; 0,5S; 0,5; 1; 3; 5; 10
Классы точности вторичных обмоток для защиты: - по ГОСТ 7746-2015 - по ГОСТ Р МЭК 61869-2-2015	5P; 10P 5PR; 10PR; TPY; TPZ; PX; TPX
Номинальный коэффициент безопасности $K_{Бном}$ вторичных обмоток для измерения и учета	от 3 до 50
Номинальная предельная кратность $K_{ном}$ вторичных обмоток для защиты	от 2 до 300



## 2 Перечень операций поверки

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

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции	Проведение операции 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:			
- контроль условий проведения поверки	Да	Да	8.1
- проверка сопротивления изоляции	Да	Да	8.2
- размагничивание	Да	Да	8.3
- проверка правильности обозначения контактных зажимов и выводов	Да	Да	8.4
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям:			
- определение погрешностей	Да	Да	9.1
- определение дополнительных требований к трансформаторам тока классов точности PX, SPR и 10PR, TPX, TPU, TPZ	Да	Да	9.2

## 3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от 15 до 35 °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 85 до 105 кПа.

## 4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускают лиц, работающих в организации, аккредитованной на право поверки, изучивших настоящую методику, эксплуатационные документы на поверяемые трансформаторы и применяемые средства поверки, имеющих стаж работы в качестве поверителей средств измерений электрических величин не менее одного года и действующее удостоверение на право работы в электроустановках с напряжением до и выше 1 000 В с квалификационной группой по электробезопасности не ниже III.

## 5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют средства поверки согласно таблице 3.

Таблица 3 – Метрологические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Раздел 8 Подготовка к поверке и опробование	Диапазоны измерений температуры и относительной влажности не менее требуемых по п. 3.1	Термогигрометр электронный «CENTER» 313, рег. № 22129-09
	Диапазон измерений атмосферного давления не менее требуемых по п. 3.1	Барометр-анероид метеорологический БАММ-1, рег. № 5738-76
	Диапазон измерений от 200 кОм до 100 ГОм, класс точности 2,5	Мегаомметр ЦС0202, рег. № 38890-08
	Рабочий эталон 2 разряда единиц коэффициента и угла масштабного преобразования синусоидального тока, приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2768 от 27 декабря 2018 г. Номинальные значения первичного тока (5; 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 60; 75; 80; 100; 150; 200; 250; 300; 400; 500; 600; 750; 800; 1000; 1200; 1250; 1500; 2000; 2500; 3000; 4000; 5000) А, номинальный вторичный ток 5 А, класс точности 0,05	Трансформатор тока измерительный лабораторный ТТИ-5000.5, рег. № 27007-04
	Рабочий эталон 1 разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2768 от 27 декабря 2018 г. Диапазон первичного тока (0,02 - 48) кА, номинальный коэффициент трансформации 200, пределы допускаемой относительной токовой погрешности $\pm 0,01$ %, пределы допускаемой абсолютной угловой погрешности $\pm 1'$ .	Трансформатор тока измерительный лабораторный ТТИ-200, рег. № 80013-20
	Диапазоны измерений токовой погрешности $\pm 0,1999$ %, $\pm 1,999$ %, $\pm 19,99$ %; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 0,005$ %, $\pm 0,05$ %, $\pm 0,5$ %. Диапазоны измерений угловой погрешности $\pm 600'$ , $\pm 180^\circ$ ; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 0,2'$ , $\pm 2,0'$ .	Прибор измерительный эталонный многофункциональный Энергомонитор-3.1КМ, рег. № 52854-13
	Номинальное значение силы переменного тока, подаваемого на магазин нагрузок 1 А или 5 А, величина нагрузки (1 – 50) Ом, коэффициент мощности нагрузки $\cos \varphi = 0,8$ .	Магазин нагрузок МР 3027, рег. № 34915-07
	Обеспечивающий 120 % номинального первичного тока.	Источник силы переменного тока



Продолжение таблицы 3

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Раздел 9 Определение метрологических характеристик средства измерений	Рабочий эталон 2 разряда единиц коэффициента и угла масштабного преобразования синусоидального тока, приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2768 от 27 декабря 2018 г. Номинальные значения первичного тока (5; 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 60; 75; 80; 100; 150; 200; 250; 300; 400; 500; 600; 750; 800; 1000; 1200; 1250; 1500; 2000; 2500; 3000; 4000; 5000) А, номинальный вторичный ток 5 А, класс точности 0,05	Трансформатор тока измерительный лабораторный ТТИ-5000.5, рег. № 27007-04
	Рабочий эталон 1 разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2768 от 27 декабря 2018 г. Диапазон первичного тока (0,02 - 48) кА, номинальный коэффициент трансформации 200, пределы допускаемой относительной токовой погрешности $\pm 0,01$ %, пределы допускаемой абсолютной угловой погрешности $\pm 1'$ .	Трансформатор тока измерительный лабораторный ТТИ-200, рег. № 80013-20
	Диапазоны измерений токовой погрешности $\pm 0,1999$ %, $\pm 1,999$ %, $\pm 19,99$ %; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 0,005$ %, $\pm 0,05$ %, $\pm 0,5$ %. Диапазоны измерений угловой погрешности $\pm 600'$ , $\pm 180^\circ$ ; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 0,2'$ , $\pm 2,0'$ .	Прибор измерительный эталонный многофункциональный Энергомонитор-3.1КМ, рег. № 52854-13
	Диапазон воспроизведений силы переменного тока от 0 до 5 А, пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведений силы переменного тока $\pm 0,1$ %, пределы измерений напряжения переменного тока 0,3 В, 3 В, 30 В, 300 В, пределы допускаемой относительной погрешности измерений напряжения переменного тока $\pm 0,1$ %	Анализатор трансформаторов тока CT Analyzer, рег. № 40316-08
	Номинальное значение силы переменного тока, подаваемого на магазин нагрузок 1 А или 5 А, величина нагрузки (1 – 50) Ом, коэффициент мощности нагрузки $\cos \varphi = 0,8$ .	Магазин нагрузок МР 3027, рег. № 34915-07
	Обеспечивающий 120 % номинального первичного тока.	Источник силы переменного тока

Примечание: при увеличении величины нагрузки допускается использовать аналогичное нагрузочное устройство (схема подключения - последовательная).

5.2 Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице 3.

## **6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки**

6.1 При поверке трансформаторов соблюдают требования электробезопасности по ГОСТ 12.3.019-80 «ССБТ. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности», ГОСТ 12.2.007.0-75 «ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности» и руководствуются Правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок, утвержденными Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15.12.2020 № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок».

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 Внешний осмотр средства измерений**

7.1 Внешний осмотр проводить по методике, изложенной в п. 9.1 по ГОСТ 8.217-2003.

## **8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений**

8.1 Контроль условий проведения поверки

8.1.1 Провести контроль условий проведения поверки с помощью термогигрометра и барометра-анероида, указанных в таблице 3 в соответствии пунктом 3.1.

8.2 Проверка сопротивления изоляции

8.2.1 Проверку сопротивления изоляции проводить по методике, изложенной в п. 9.2 по ГОСТ 8.217-2003.

8.3 Размагничивание

8.3.1 Размагничивание проводить по методике, изложенной в п.9.3 по ГОСТ 8.217-2003.

8.4 Проверка правильности обозначения контактных зажимов и выводов

8.4.1 Проверку правильности обозначения контактных зажимов и выводов проводить по методике, изложенной в п. 9.4 по ГОСТ 8.217-2003.



## 9 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

### 9.1 Определение погрешностей

9.1.1 Для трансформаторов тока, имеющих номинальные значения первичного тока, вторичного тока и номинальной вторичной нагрузкой по ГОСТ 7746-2015 определение погрешностей измерений осуществляется по методике, изложенной в п. 9.5 по ГОСТ 8.217-2003.

9.1.2 Для трансформаторов, имеющих классы точности вторичных обмоток для защиты PX, 5PR и 10PR, TPX, TPY, TPZ определение погрешностей осуществляется по методам, изложенным в п. 9.5 по ГОСТ 8.217-2003 и таблице 4.

Таблица 4 - Пределы допускаемых погрешностей вторичных обмоток для защиты

Классы точности	Пределы допускаемой токовой погрешности, %	Угловая погрешность при номинальном первичном токе	
		...'	град
5PR	±1	±60	±1,8
10PR	±3	-	-
PX	±2,5	-	-
TPX	±0,5	±30	±0,9
TPY	±1	±60	±1,8
TPZ	±1	180±18	5,3±0,6

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

9.1.3 Для трансформаторов тока, имеющих номинальные значения первичного тока, вторичного тока и номинальной вторичной нагрузкой отличающиеся от представленных в ГОСТ 7746-2015 определение погрешностей измерений осуществляется по следующей методике:

1) Подготовить основные средства поверки (трансформатор тока измерительный лабораторный ТТИ-5000.5 (далее по тексту -ТТИ-5000) или трансформатор тока измерительный лабораторный ТТИ-200 (далее по тексту - ТТИ-200) в зависимости от величины первичного тока, прибор измерительный эталонный многофункциональный Энергомонитор-3.1 КМ (далее по тексту - Энергомонитор-3.1 КМ), магазин нагрузок МР3027 и вспомогательное оборудование представленное в таблице 3, а также поверяемые трансформаторы в соответствии с их эксплуатационной документацией.

2) Собрать схему, представленную на рисунке 1.

3) При помощи источника силы переменного тока поочередно воспроизвести, следующие испытательные сигналы силы переменного тока (расчет нагрузки ( $S_{mag}$ ) для магазинов нагрузок с номинальным вторичным током, отличающимся от 1 или 5 А, приведен в приложении А):

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

-  $0,01 \cdot I_{ном}$ ,  $0,05 \cdot I_{ном}$ ,  $0,2 \cdot I_{ном}$ ,  $I_{ном}$ ,  $1,2 \cdot I_{ном}$  - для измерительных обмоток классов точности 0,2S и 0,5S при номинальном значении вторичной нагрузки  $S_{ном}$  ( $S_{mag}$ ), а также  $I_{ном}$  или  $1,2 \cdot I_{ном}$  при значении вторичной нагрузки равной  $0,25 \cdot S_{ном}$  ( $0,25 \cdot S_{mag}$ );

-  $I_{ном}$  или  $1,2 \cdot I_{ном}$  - для измерительных обмоток трансформаторов классов точности 3; 5 и 10 при значении вторичной нагрузки равной  $0,5 \cdot S_{ном}$  ( $0,25 \cdot S_{mag}$ ), но не менее нижнего предела нагрузки, установленного для соответствующего класса точности, а также при

значении первичного тока равного  $0,5 \cdot I_{ном}$  и номинальной вторичной нагрузке  $S_{ном}$  ( $S_{маг}$ );

- для защитных обмоток трансформаторов классов точности 5P, 10P, 5PR, 10PR, PX, TPX, TPU, TPZ проверка проводится только при  $I_{ном}$  и номинальном значении вторичной нагрузки  $S_{ном}$  ( $S_{маг}$ ).



Рисунок 1 - Структурная схема определения погрешностей

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

5) При помощи Энергомонитор-3.1 КМ произвести сравнение сигналов, полученных от поверяемого трансформатора и эталонного трансформатора.

6) Замерить или рассчитать значения относительной погрешности измерений коэффициента масштабного преобразования  $\delta K_{M1}$  и абсолютной погрешности угла фазового сдвига  $\Delta\phi_1$  (для классов точности 3, 5, 10, 10PR и PX погрешность угла фазового сдвига не определяется по формулам (1) и (2)).

$$\delta K_{M1} = \frac{K_{ПТ} \cdot I_{изм1} - K_{ГЭТ} \cdot I_{изм2}}{K_{ГЭТ} \cdot I_{изм2}} \cdot 100 \% , \quad (1)$$

где  $K_{ПТ}$ -коэффициент масштабного преобразования поверяемого трансформатора;

$K_{ГЭТ}$  - коэффициент масштабного преобразования ТТИ-5000 или ТТИ-200;

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

$I_{изм2}$  - измеренное значение силы переменного тока поступившего от ТТИ-5000 или ТТИ-200 на Энергомонитор-3.1 КМ, А;

$$\Delta\phi = \phi_{изм1} - \phi_{изм2} , \quad (2)$$

где  $\phi_{изм1}$  -измеренное значение угла фазового сдвига при помощи Энергомонитор-3.1КМ, при измерении испытательного сигнала от поверяемого трансформатора, градус;

$\phi_{изм2}$  - измеренное значение угла фазового сдвига при помощи Энергомонитор-3.1 КМ при измерении испытательного сигнала от ТТИ-5000 или ТТИ-200, градус.

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешностей не превышают значений для соответствующего класса точности, указанного в таблице 1.



9.2 Определение дополнительных требований к трансформаторам тока классов точности PX, SPR и I0PR, TPX, TPU, TPZ осуществляется по следующей методике:

1) На анализаторе трансформаторов тока CT Analyzer (далее по тексту - CT Analyzer) необходимо установить стандарт измерения 61869-2, выбрать необходимый класс точности. Затем установить значения параметров согласно инструкции к CT Analyzer и паспорту на трансформатор (коэффициент магнитной индукции, постоянная времени замкнутого вторичного контура, резистивное сопротивление вторичной обмотки и номинальная точка перегиба).

2) Произвести измерения с помощью CT Analyzer.

Результаты измерений считаются положительными если полученные результаты соответствуют значениям, указанным в паспорте на трансформатор.

## 10 Оформление результатов поверки

10.1 Результаты поверки трансформаторов заносят в протокол поверки произвольной формы.

10.2 При положительных результатах поверки трансформатор признают пригодным к применению и оформляют результаты поверки в соответствии с Приказом Минпромторга России от 31 июля 2020 г. № 2510 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке» или действующими на момент проведения поверки нормативно-правовыми актами в области обеспечения единства измерений. Знак поверки в виде оттиска поверительного клейма наносится в паспорт.

10.3 При отрицательных результатах поверки трансформатор к применению не допускают и оформляют результаты поверки в соответствии с Приказом Минпромторга России от 31 июля 2020 г. № 2510 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке» или действующими на момент проведения поверки нормативно-правовыми актами в области обеспечения единства измерений.

10.4 Сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с Приказом Минпромторга России от 28.08.2020 г. № 2906 «Об утверждении порядка создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений» или действующими на момент проведения поверки нормативно-правовыми актами в области обеспечения единства измерений.


Зав. отделом 26 УНИИМ - филиала  
ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»

 А.А. Ахмеев

Вед. инженер УНИИМ - филиала  
ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»

 А.М. Шабуров

Вед. инженер УНИИМ - филиала  
ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»

 Е.С. Оглобличева



## Приложение А

(обязательное)

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

$$S_{\text{маг}} = \frac{S_{\text{ном}} \cdot I_{\text{маг}}^2}{I_{\text{ном}}^2}, \quad (\text{А.1})$$

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.