

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии
Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»
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
"29" 05 2026 г.

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

МП 21-26-2026

Екатеринбург
2026 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Разработана:

Уральским научно-исследовательским институтом метрологии - филиал Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им.Д.И.Менделеева» (УНИИМ - филиал ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»), г. Екатеринбург и обществом с ограниченной ответственностью «Невский Трансформаторный Завод «Волхов» (ООО «НТЗ «Волхов»)), г. Великий Новгород.

Исполнители:

А.А. Ахмеев, А.М. Шабуров (УНИИМ - филиал ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»)
Е.В. Филиппов (ООО «НТЗ «Волхов»)

Согласована:

Директором УНИИМ – филиала ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» в 2026 г.

Введена впервые

СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие положения.....	4
2 Нормативные ссылки.....	6
3 Перечень операций поверки.....	6
4 Требования к условиям проведения поверки.....	6
5 Требования к специалистам, осуществляющим поверку.....	6
6 Метрологические и технические требования к средствам поверки.....	6
7 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки.....	7
8 Внешний осмотр средства измерений.....	10
9 Подготовка к поверке и опробование средства измерений.....	10
10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.....	11
11 Оформление результатов поверки.....	15
Приложение А.....	16
Приложение Б.....	17

Государственная система обеспечения единства измерений. Трансформаторы тока ТВ-НТЗ Методика поверки	МП 21-26-2026
---	----------------------

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика распространяется на трансформаторы тока ТВ (далее – трансформаторы), изготовленные ООО «НТЗ «Волхов» г. Великий Новгород, и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок. Поверка трансформаторов должна производиться в соответствии с требованиями настоящей методики.

1.2 При проведении поверки обеспечивается прослеживаемость трансформаторов к ГЭТ 152-2023 «Государственный первичный эталон единиц коэффициентов преобразования силы электрического тока» согласно государственной поверочной схеме для средств измерений коэффициентов преобразования силы электрического тока, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 1491 от 21 июля 2023 г.

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

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

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение характеристики
Номинальное напряжение ввода, кВ ¹⁾	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; 12,0; 17,5; 24; 26,5; 30,0; 40,5; 126; 172; 252; 363; 525; 787
Номинальный первичный ток, А	от 50 до 8000
Номинальный вторичный ток, А	1, 5
Номинальная частота, Гц	50 или 60 ²⁾
Номинальные вторичные нагрузки, В·А, вторичных обмоток с классами точности по ГОСТ 7746: - для измерений и учета при $\cos \varphi_2 = 1$ - для измерений, учета и защиты при $\cos \varphi_2 = 0,8$	1; 2; 2,5 от 3 до 100
Номинальные вторичные нагрузки, В·А, вторичных обмоток с классами точности по ГОСТ Р МЭК 61869-2: - для измерений и учета при $\cos \varphi_2 = 1$ - для измерений, учета и защиты ³⁾ при $\cos \varphi_2 = 0,8$	1; 2; 2,5 от 3 до 100
Класс точности ⁴⁾ вторичных обмоток по ГОСТ 7746: - для измерений и учета - для защиты	0,2S; 0,2; 0,5S; 0,5; 1; 3; 5; 10 5P; 10P
Класс точности ⁴⁾ вторичных обмоток по ГОСТ Р МЭК 61869-2 - для измерений и учета - для защиты	0,2S; 0,2; 0,5S; 0,5; 1; 3; 5; 10 5P; 10P; 5PR; 10PR; PXR; TPX; TPY; TPZ
Номинальный коэффициент безопасности приборов вторичной обмотки для измерений классов точности по ГОСТ 7746	от 2 до 35
Номинальная предельная кратность вторичных обмоток для защиты с классами точности по ГОСТ 7746	от 2 до 35
Номинальный коэффициент безопасности приборов, вторичных обмоток для измерений классов точности по ГОСТ Р МЭК 61869-2	от 2 до 35
Номинальная предельная кратность вторичных обмоток для защиты с классами точности по ГОСТ Р МЭК 61869-2	от 2 до 35

¹⁾ Трансформаторы относятся к электрооборудованию на класс напряжения 0,66 кВ и могут устанавливаться на вводы любого класса напряжения при условии, что они обеспечивают заданные характеристики, и что посадочные размеры ввода позволяют их установку. В обозначении трансформатора отображен не его класс напряжения, а класс напряжения высоковольтного ввода. Исключением является класс напряжения 0,66 кВ.

²⁾ Для экспортных поставок.

³⁾ Номинальная вторичная нагрузка вторичных обмоток для защиты по ГОСТ Р МЭК 61869-2 указана для классов точности: 5P; 10P; 5PR; 10PR; PXR; TPX; TPY; TPZ.

⁴⁾ Трансформаторы изготавливаются с одним значением класса точности и одним соответствующим ему значением номинальной мощности в соответствии с заказом.

2 Нормативные ссылки

2.1 В настоящей методике использованы ссылки на следующие документы:

Приказ Минпромторга России от 31 июля 2020 г. № 2510 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке»

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 21 июля 2023 г. № 1491 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений коэффициентов преобразования силы электрического тока»

Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15 декабря 2020 г. № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок»

ГОСТ 12.2.007.0-75 «ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности»

ГОСТ 12.3.019-80 «ССБТ. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности»

Примечание - В случае признания на территории союзного государства применяются документы, действующие на территории этого государства.

3 Перечень операций поверки

3.1 При проведении поверки выполняют 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	8
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10

4 Требования к условиям проведения поверки

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °C от +10 до +35;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80;
- электропитание – однофазная сеть, В от 198 до 242;
- частота, Гц от 47,5 до 52,5.

4.2 Средства поверки подготавливают к работе согласно указаниям, приведенным в эксплуатационных документах.

5 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

5.1 К проведению поверки допускают лиц, работающих в организации, аккредитованной на право поверки, изучивших настоящую методику, эксплуатационные документы на трансформаторы, имеющих стаж работы в качестве поверителей средств измерений

электрических величин не менее одного года и группу допуска по электробезопасности не ниже III.

6 Метрологические и технические требования к средствам поверки

6.1 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 9 Подготовка к поверке и опробование	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от плюс 10 °С до плюс 35 °С, ПГ = ± 0,7 °С Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 %, ПГ = ± 2,5 %	Термогигрометр электронный «CENTER» 313, рег. № 22129-09
	Средства измерений напряжения питающей сети в диапазоне от 198 до 242 В, с относительной погрешностью не более 1 % Средства измерений частоты питающей сети в диапазоне от 47,5 до 52,5 Гц, с абсолютной погрешностью не более 0,1 Гц	Измерители показателей качества электрической энергии Ресурс-UF2, рег. № 21621-03
	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 № 1491 от 21 июля 2023 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
	Номинальные значения токов 1 А, 5 А, пределы допускаемой погрешности измерений относительной разности действующих значений двух токов $\delta = \pm(0,05 \cdot \Delta_{of} + 1,5 \cdot 10^{-3} \cdot \Delta_{\delta} + 5 \cdot 10^{-3})$ %, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений абсолютной разности фаз двух токов $\Delta = \pm(0,05 \cdot \Delta_{\delta} + 1,5 \cdot \Delta_{of} + 0,5)'$	Прибор сравнения КНТ-05, рег. № 37854-08
	Вспомогательное оборудование, обеспечивающее до 200 % номинального первичного тока поверяемого трансформатора	Регулируемый источник тока РИТ-5000
	Диапазон измерений от 0 А до 10 А, класс точности 0,5	Амперметр Э-59, Рег. № 1212-58
	Диапазон измерений от 0 В до 1000 В, от 0 А до 20 А, ПГ = ± 0,2 %	Вольтметр универсальный GDM-8246 Рег. № 26195-03

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Раздел 10 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 № 1491 от 21 июля 2023 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
	Номинальные значения токов 1 А, 5 А, пределы допускаемой погрешности измерений относительной разности действующих значений двух токов $\delta = \pm(0,05 \cdot \Delta_{of} + 1,5 \cdot 10^{-3} \cdot \Delta_{\delta} + 5 \cdot 10^{-3})$ %, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений абсолютной разности фаз двух токов $\Delta = \pm(0,05 \cdot \Delta_{\delta} + 1,5 \cdot \Delta_{of} + 0,5)'$	Прибор сравнения КНТ-05, рег. № 37854-08
	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
	Диапазон импульсного электрического напряжения от $1 \cdot 10^{-4}$ до 400 В с длительностью импульса от $2 \cdot 10^{-10}$ до $2,5 \cdot 10^3$ с, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока $\Delta_U = \pm(0,5 \cdot 10^{-2} \cdot K_0 + 1)$ мВ, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения временных интервалов $\Delta T_{изм} = \pm(0,06/F_{дискр} + 1 \cdot 10^{-6} \cdot T_{изм})$ с	Осциллограф цифровой запоминающий HDO4054, рег. № 53644-13
	Пределы измерений: 1 А, 2,5 А, 5 А, 10 А, диапазон измерений: от 0,1, основная приведённая погрешность: $\pm 0,1$ % от предела измерения, дополнительная погрешность из-за изменения температуры: $\pm 0,1$ % на каждые 10 °С отклонения от нормальной температуры, Максимальное падение напряжения на входе: не более 100 мВ (для модификации без интерфейса)	Амперметр СА 3010/3 рег. № 27219-04
	Пределы измерений: 75 В, 150 В, 300 В, 600 В, Пределы основной приведенной погрешности приборов $\pm 0,1\%$ от предела измерения, частотный диапазон измеряемого напряжения от 40 до 1500 Гц, входное сопротивление не менее 1 МОм, Входная емкость не более 100 пФ, дополнительная погрешность из-за изменения температуры: $\pm 0,1$ % на каждые 10 °С отклонения от нормальной температуры	Вольтметр СВ 3010/2 рег. № 27219-04

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	Пределы измерений: 300, 600, 1000, 1500, 2500, 3000 В, класс точности: 1,5, длина шкалы: 65 мм, частотный диапазон для пределов (300 – 1500) В: (20 – 80) Гц и 130 Гц – 3 МГц; для пределов (2500 – 3000) В: (20 – 80) Гц и 130 Гц – 0,1 МГц, Входное сопротивление (при температуре 20 ± 5 °С и относительной влажности от 30 % до 80 %): 10^{10} Ом, Входная ёмкость: 300 В - 30 пФ; 600 В - 20 пФ; 1 - 3 кВ - 15 пФ	Вольтметр С-75, рег.№ 2526-69
	Вспомогательное оборудование, рабочий диапазон (0 – 300) В, номинальная мощность 10000 В·А, номинальный ток 40 А, погрешность выходного напряжения менее 1%	Автотрансформатор ЛАТР SUNTEK 10000 ВА
	Вспомогательное оборудование, повышающий трансформатор	-
	Вспомогательное оборудование, обеспечивающее до 200 % номинального первичного тока поверяемого трансформатора	Регулируемый источник тока РИТ-5000
	Вспомогательное оборудование, рабочий диапазон тока от $I_{ном}$ (1 - 200) %, величина нагрузки (1 – 100) В·А, коэффициент мощности нагрузки $\cos \varphi = 0,8$, $\cos \varphi = 1$	Нагрузочное устройство НТТ 50.5-1
	Вспомогательное оборудование, резисторы сопротивлением от 0,1 до 1 Ом, 100 кОм	-
	Вспомогательное оборудование, конденсатор емкостью 1 мкФ	-

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

6.2 Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице 3. Допускается использовать при поверке другое вспомогательное оборудование, удовлетворяющее техническим требованиям, указанным в таблице 3.

6.3 Эталоны должны быть поверены (аттестованы), средства измерений поверены.

7 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

7.1 При поверке трансформаторов соблюдают требования электробезопасности по ГОСТ 12.3.019-80, ГОСТ 12.2.007.0-75 и руководствуются Правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок, утвержденными Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15 декабря 2020 г. № 903н.

7.2 Также должны быть обеспечены требования безопасности, указанные в эксплуатационных документах на средства поверки.

8 Внешний осмотр средства измерений

8.1 При внешнем осмотре необходимо установить:

- соответствие внешнего вида трансформатора сведениям, приведенным в описании типа;
- состояние поверхности наружных изоляционных частей;
- состояние защитных покрытий наружных частей;
- состояние площадок под заземляющие зажимы, если таковые имеются;
- правильность заполнения табличек технических данных;
- правильность маркировки выводов;
- соответствие контактных выводов;
- комплектность.

9 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

9.1 Контроль условий проведения поверки

9.1.1 Провести контроль условий проведения поверки с помощью термогигрометра и измерителя показателей качества электрической энергии, указанных в таблице 3, в соответствии пунктом 4.1.

9.2 Проверка электрического сопротивления изоляции

9.2.1 Измерение сопротивления вторичных обмоток трансформатора относительно «земли» производится мегаомметром на 1000 В.

9.2.2 Результаты проверки считаются положительными, если сопротивление изоляции составляет не менее 20 МОм.

9.3 Размагничивание

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

Трансформаторы тока размагничивают одним из трех указанных ниже способов:

1) Схема размагничивания приведена на рисунке 1. Вторичную обмотку замыкают на резистор мощностью не менее 250 Вт и сопротивлением R , Ом, рассчитываемым (с отклонением в пределах $\pm 10\%$) по формуле

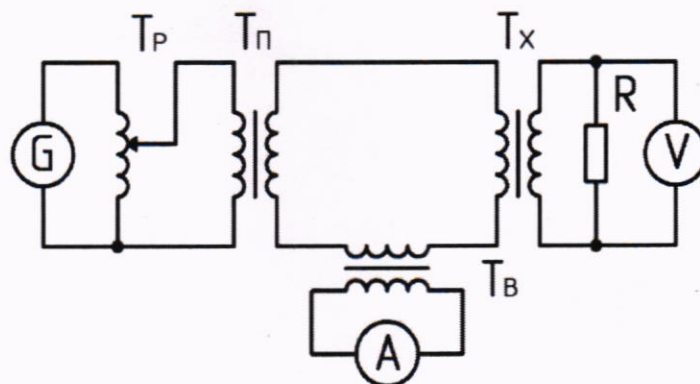
$$R = 250 / I_{\text{ном}}^2 \quad (1)$$

где $I_{\text{ном}}$ – номинальный вторичный ток поверяемого трансформатора тока, А.

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

2) 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.

3) 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.



где G – сеть (генератор);
 Т_Р – регулируемое устройство (автотрансформатор);
 Т_П – понижающий силовой трансформатор;
 Т_Х – проверяемый трансформатор;
 Т_В – вспомогательный трансформатор тока;
 R – резистор.

Рисунок 1 – Пример схемы размагничивания трансформатора тока

9.4 Проверка правильности обозначения контактных зажимов и выводов

9.4.1 Схема проверки приведена на рисунке 2. Поверяемый трансформатор (T_x) и эталон (T_o) включают в соответствии с маркировкой контактных зажимов. Затем плавно увеличивают первичный ток до значения, составляющего $(5 \div 10) \%$ от номинального. В случае правильной маркировки выводов на приборе сравнения (далее - ПС) можно определить соответствующие значения погрешностей проверяемого трансформатора. При неправильном обозначении контактных зажимов и выводов или неисправности проверяемого трансформатора срабатывает защита в приборе сравнения токов, в этом случае трансформатор дальнейшей проверке не подлежит.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение метрологических характеристик

10.1.1 Токовые и угловые погрешности определяют дифференциальным (нулевым) методом в соответствии с рисунком 2 при значениях первичного тока и нагрузки, указанных в п.10.1.2. Соединение приборов для измерительной схемы по рисунку 2 осуществляют в соответствии с требованиями руководства по эксплуатации применяемого прибора сравнения токов.

10.1.2 Погрешности определяют:

а) для трансформаторов тока классов точности 0,2S и 0,5S – 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 классов точности от 0,2 до 1 - при значениях первичного тока, составляющих 5 %; 20 %; 100 % от номинального значения, и при номинальной нагрузке, а так же при значении первичного тока 120 % от номинального значения и нагрузке, равной нижнему пределу диапазона нагрузок, таблица 1;

в) для трансформаторов классов точности от 3 до 10 - при значениях первичного тока, 100 % или 120 % от номинального значения, и нагрузке, равной 50 % ее номинального значения, но не менее нижнего предела нагрузки, установленного для соответствующих

классов точности, а также при значении первичного тока 50 % от номинального значения и номинальной нагрузке;

г) для трансформаторов классов точности 5P; 10P; 5PR; 10PR; PXR; TPX; TPY; TPZ – при номинальном токе и номинальной нагрузке.

Примечания:

- Погрешности трансформаторов тока, у которых 25% от номинального тока более 15 В·А, определяют при значениях нагрузки 15 В·А и значении первичного тока, равного 100 % от номинального значения тока.

- Для трансформаторов тока, у которых 25 % от номинального значения нагрузки составляет менее 1 В·А (см. 10.1.2 перечисление б), погрешность определяют при нагрузке 1 В·А;

- Допускается заменять номинальную нагрузку на нагрузку, превышающую номинальную, но не более чем на 25 %, а нагрузку, соответствующему нижнему пределу диапазона нагрузок – на любую нагрузку, не превышающую этого предела, вплоть до нулевого значения. Если при изменении нагрузки погрешности трансформаторов тока превысят предельно допускаемые значения, проводят повторное определение погрешностей при нагрузках, равных номинальной и нижнему пределу диапазона нагрузок.

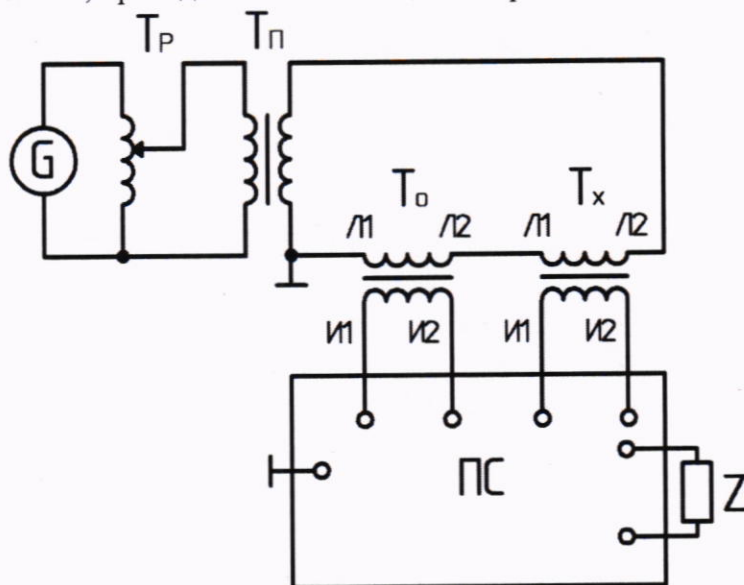
10.1.3 Погрешности трансформаторов тока номинальной частотой 60 Гц допускается определять на частоте 50 Гц.

10.1.4 При проведении поверки выполняются следующие операции: собирается схема, представленная на рисунке 2. Выводы вторичной обмотки эталонного T_0 и поверяемого T_x трансформаторов подключаются к одноименным выводам ПС. Устанавливается на нагрузочном устройстве Z требуемое значение нагрузки с индуктивно-активным коэффициентом мощности $\cos \varphi = 0,8$ или активным коэффициентом мощности $\cos \varphi = 1$.

Регулирующим устройством T_p плавно устанавливается значение тока, равное минимальному, с последующим его увеличением до максимального. При подаче тока на обмотки трансформатора тока T_x ПС будут индироваться значения погрешностей. Регулирующим устройством ток плавно снижается до нулевого значения.

10.1.5 Повторить операции по п. 10.1.4, поочередно подключая к ПС выводы остальных вторичных обмоток поверяемого трансформатора тока T_x .

10.1.6 Погрешность поверяемых трансформаторов должна соответствовать нормированным значениям, приведенным в таблице А.1 приложения А.



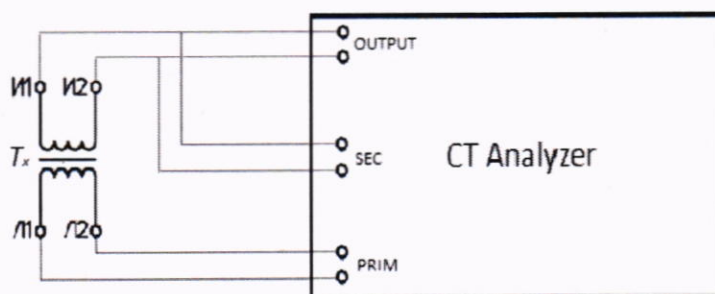
где G – сеть (генератор);
 T_p – регулирующее устройство (автотрансформатор);
 T_n – понижающий силовой трансформатор;

T_o – рабочий эталон;
 T_x – поверяемый трансформатор;
 ПС – прибор сравнения;
 Z – нагрузочное устройство;
 $Л_1, Л_2$ – контактные зажимы первичной обмотки;
 $И_1, И_2$ – контактные зажимы вторичной обмотки.

Рисунок 2 — Схема определения погрешностей трансформаторов

10.2 Определение коэффициента остаточной намагниченности

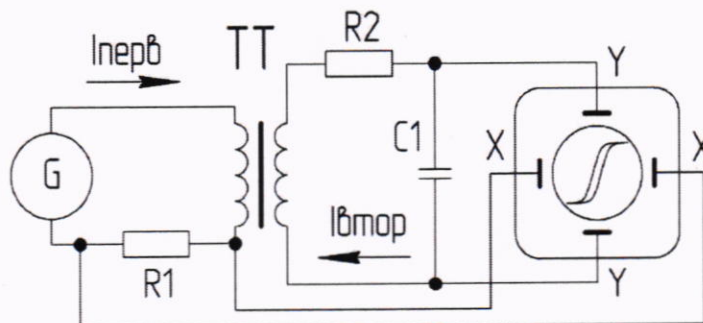
10.2.1 Определение коэффициента остаточной намагниченности K_r , %, проводится для трансформаторов тока с классами точности обмоток 5PR; 10PR; PXR; TPX; TPY; TPZ с использованием анализатора трансформаторов тока CT Analyzer. Собрать схему, представленную на рисунке 3.



где T_x – поверяемый трансформатор;
 $Л_1, Л_2$ – контактные зажимы первичной обмотки;
 $И_1, И_2$ – контактные зажимы вторичной обмотки.

Рисунок 3 – Схема подключения анализатора трансформаторов тока CT Analyzer к поверяемому трансформатору

10.2.2 Измерение коэффициента остаточной намагниченности K_r , % так же осуществляется с использованием петли Гистерезиса на электронно-лучевом или цифровом осциллографе с применением дополнительной схемы формирования сигналов для отклоняющих пластин по схеме, показанной на рисунке 4.



где G – сеть (генератор);
 R_1, R_2 – измерительный резистор;
 C_1 – конденсатор;
 $ТТ$ – поверяемый трансформатор тока;

Рисунок 4 – Схема определения коэффициента остаточной намагниченности методом осциллографирования

Измерительный резистор R1 подбирается с сопротивлением, лежащим в пределах от 0,1 до 1 Ом, чтобы минимизировать его влияние на измерение гистерезисной петли (рисунок 5). Для уменьшения погрешности сопротивление R2 должно быть высоким ($R2 \approx 100$ кОм), и превышать на несколько порядков реактивное сопротивление конденсатора C1 ($C1 \approx 1$ мкФ).

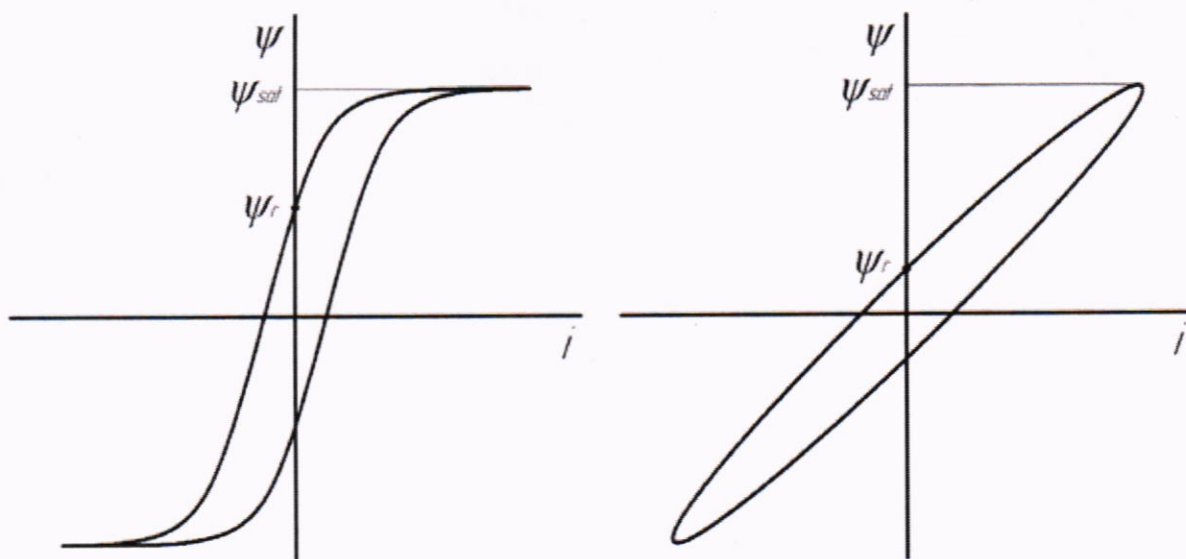


Рисунок 5 –Варианты отображения петли гистерезиса

10.2.3 Коэффициент остаточной намагниченности K_r , %, определяется по формуле

$$K_r = \frac{\Psi_r}{\Psi_{sat}} \cdot 100, \quad (2)$$

где Ψ_r – остаточное потокоцепление;
 Ψ_{sat} – потокоцепление насыщения.

Результаты считают положительными, если полученные при поверке значения коэффициента остаточной намагниченности K_r соответствует требованиям, указанным в таблице А.2 приложения А.

10.3 Определение постоянной времени T_s

Определение постоянной времени вторичного контура T_s должно быть проведено в трансформаторах тока классов точности 5PR; 10PR; PXR; TPX; TPY; TPZ, полученные значения постоянной времени не должны отличаться более чем на 30% от паспортных значений.

Определение постоянной времени T_s проводится с использованием анализатора трансформаторов тока CT Analyzer в соответствии с руководством по эксплуатации на данный прибор и рисунком 3. Либо расчетным методом:

Определение индукции намагничивания Lm . Производятся измерения вольт-амперных характеристик (далее – ВАХ), фиксируются их значения. По кривой ВАХ определяется значение напряжение насыщения U_{sat} .

Производится расчет индукции намагничивания Lm по формуле:

$$Lm = \frac{0,5 \cdot U_{sat} \cdot \sqrt{2}}{(I_{70} - I_{20}) \cdot 2 \cdot \pi \cdot f}, \quad (3)$$

где I_{20} – максимальное значение тока намагничивания при 20% U_{sat} ;

I_{70} – максимальное значение тока намагничивания при 70% U_{sat} ;

f – частота;

U_{sat} – максимальное напряжение, при котором сердечник катушки не переходит в режим насыщения. Измеряется в вольтах (В).

Производится расчет индуктивности вторичного контура L_S по формуле:

$$L_S = L_m + L_n + L_2, \quad (4)$$

где L_n – индуктивность нагрузки, вычисляемая по формуле

$$L_n = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f} \cdot Z_{2ном} \cdot \sin \varphi_2, \quad (5)$$

где L_2 – индуктивность рассеяния, если ее значение указано в эксплуатационной документации;

f – частота;

$Z_{2ном}$ – номинальное полное сопротивление нагрузки вторичной обмотки, в Ом;

$\sin \varphi_2$ – синус угла сдвига фаз между напряжением и током.

Определение сопротивления вторичного контура постоянному току R_S по формуле:

$$R_S = R_2 + Z_{2ном} \cdot \cos \varphi_2, \quad (6)$$

где $\cos \varphi_2$ – коэффициент мощности

Определение постоянной времени вторичного контура T_S по формуле:

$$T_S = \frac{L_S}{R_S}, \quad (7)$$

Допускается проводить определение постоянной времени совместно с определением K_r .

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки трансформаторов заносят в протокол поверки (Приложение Б).

11.2 При положительных результатах поверки трансформатор признают пригодным к применению. Знак поверки в виде оттиска поверительного клейма наносится в паспорт.

11.3 При отрицательных результатах поверки трансформатор признают непригодным к применению.

11.4 На основании письменного заявления владельца средства измерений или лица, представившего средство измерений на поверку, при положительных результатах поверки оформляется свидетельство о поверке, при отрицательных – извещение о непригодности.

11.5 Сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с установленным порядком.

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

Вед. инженер отдела 26 УНИИМ - филиала
ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»

Е.В. Воронская

А.М. Шабуров

Приложение А

(обязательное)

Таблица А.1 – Пределы допускаемых погрешностей вторичных обмоток для измерений и учёта

Класс точности	Первичный ток в % от номинального значения	Пределы допустимых погрешностей			Диапазон вторичной нагрузки, % от номинального значения
		Токовой, %	Угловой		
			мин	срад	
0,2S	1	±0,75	± 30	± 0,90	от 25 до 100
	5	±0,35	± 15	± 0,45	
	20	±0,20	± 10	± 0,30	
	100 ÷ 120	±0,20	± 10	± 0,30	
0,2	5	±0,75	± 30	± 0,90	
	20	±0,35	± 15	± 0,45	
	100 ÷ 120	±0,20	± 10	± 0,30	
0,5S	1	±1,50	± 90	± 2,70	
	5	±0,75	± 45	± 1,35	
	20	±0,50	± 30	± 0,90	
	100 ÷ 120	±0,50	± 30	± 0,90	
0,5	5	±1,50	± 90	± 2,70	
	20	±0,75	± 45	± 1,35	
	100 ÷ 120	±0,50	± 30	± 0,90	
1,0	5	± 3,0	±180	± 5,40	
	20	± 1,5	± 90	± 2,70	
	100 ÷ 120	± 1,0	± 60	± 1,80	
3	50 ÷ 120	± 3,0	Не нормируется		от 50 до 100
5		± 5,0			
10		±10,0			

Таблица А.2 – Пределы допускаемых погрешностей вторичных обмоток для защиты

Класс точности	Пределы допускаемой погрешности				Коэффициент остаточной намагниченности, K _r , %
	Номинальном первичном токе			полной при токе ном. предельной кратности, ε, %	
	Токовой, %	Угловой			
		мин	срад		
5P	±1	±60	±1,8	5	Не нормируется
10P	±3	Не нормируется		10	Не нормируется
5PR	±1	±60	±1,8	5	≤ 10
10PR	±3	Не нормируется		10	≤ 10
TPX	±0,5	±30	±0,9	10	Не нормируется
PXR	±1	Не нормируется		Не нормируется	≤ 10
TPY	±1	±60	±1,8	10	≤ 10
TPZ	±1	180±18	5,3±0,6	10	<< 10

Приложение Б
(рекомендуемое)

**Форма протокола поверки
Трансформаторов тока ТВ-НТЗ**

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ

Трансформатор тока _____, класс точности _____
Заводской № _____
Год выпуска _____
Номинальный первичный ток _____
Номинальный вторичный ток _____
Номинальная частота (диапазон) _____
Предприятие-изготовитель _____
Принадлежит _____
наименование организации, представившей трансформатор на поверку _____
Средства поверки: _____
Условия проведения поверки _____
Б.1 Результат внешнего осмотра _____

соответствует, не соответствует

Б.2 Результат поверки сопротивления изоляции _____
соответствует, не соответствует

Б.3 Размагничивание _____

Б.4 Результат проверки правильности маркировки выводов _____
соответствует, не соответствует

Б.5 Результаты определения погрешностей

Таблица Б.1 – Результаты определения погрешностей

Номинальный первичный ток, А	Нагрузка поверяемого трансформатора тока, В·А; при $\cos\varphi =$ _____	Значение первичного тока, % от номинального значения	Погрешность поверяемого трансформатора	
			$\delta_f, \%$	$\Delta\delta, '$

Б.6 Результаты определения коэффициента остаточной намагниченности K_r _____

Б.7 Результаты определения постоянной времени T_s _____

Заключение по результатам поверки _____
пригоден / непригоден

Поверку проводил _____
подпись инициалы, фамилия

Дата проведения поверки _____

Организация, проводившая поверку _____