

СОГЛАСОВАНО
Директор ООО «ЛЕММА»




М.С. Засыпкина

"16" октября 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений
«ГСИ. Трансформаторы тока АМТ-ОС-550/1. Методика поверки»

МП-ЛМ-005-2025

г. Екатеринбург
2025 г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на трансформаторы тока АМТ-ОС-550/1 с заводскими № 3035901, 3035902, 3035903, 3035904, 3035905, 3035906, 3035907, 3035908, 3035909, 3035910, 3035911, 3035912, 3035913, 3035914, 3035915, 3035916, 3035917, 3035918, 3035919, 3035920, 3035921, 3035922, 3035923, 3035924, 3035925, 3035926, 3035927, 3035928, 3035929, 3035930, 3035931, 3035932, 3035933, 3035934, 3035935, 3035936, 3035937, 3035938, 3035939, 3035940, 3035941, 3035942, 3035943, 3035944, 3035945, 3035946, 3035947, 3035948, 3035949, 3035950, 3035951, 3035952, 3035953, 3035954, 3035955, 3035956, 3035957, 3035958, 3035959, 3035960, 3035961, 3035962, 3035963, 3035964, 3035965, 3035966, 3035967, 3035968, 3035969, 3035970, 3035971, 3035972, 3035973, 3035974, 3035975, 3035976, 3035977, 3035978, 3035979, 3035980, 3035981 (далее по тексту – трансформаторы), изготовленные TRENCH Germany GmbH, Германия, используемые в качестве средств измерений в соответствии с:

- государственной поверочной схемой для средств измерений коэффициентов преобразования силы электрического тока, утвержденная приказом Росстандарта от 21.07.2023 г. № 1491.

При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки должна обеспечиваться:

- передача единицы коэффициента преобразования силы электрического тока с прослеживаемостью к государственному первичному эталону ГЭТ152-2023.

На поверку представляются трансформаторы, укомплектованные в соответствии с паспортом, в комплекте с ним.

При проведении поверки следует руководствоваться указаниями, приведенными в п.п. 2 – 6 настоящей методики поверки и руководстве по эксплуатации.

Методы, обеспечивающие реализацию методики поверки, метод сличения при помощи компаратора.

2 Перечень операций поверки

2.1 Поверка проводится в объеме и в последовательности, указанной в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций при первичной и периодических поверках

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	Да	Да	7
Подготовка к проведению поверки	Да	Да	8.3
Проведение поверки	Да	Да	9
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 Поверка должна проводиться при следующих условиях окружающей среды:

- температура окружающей среды, °С от +10 до +35;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80.

3.2 Напряжение питающей сети переменного тока частотой от 49,5 до 50,5 Гц, действующее значение напряжения от 198 до 242 В. Коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения не более 5 %. Остальные характеристики сети переменного тока должны соответствовать ГОСТ 32144-2013.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускают специалистов из числа сотрудников организаций, аккредитованных на право проведения поверки в соответствии с действующим законодательством РФ, изучивших настоящую методику поверки и руководство пользователя/руководство по эксплуатации на поверяемое СИ и имеющих стаж работы по данному виду измерений не менее 1 года.

4.2 На месте эксплуатации поверка должна проводиться с участием не менее двух специалистов, один из которых должен иметь удостоверение на право работы в электроустановках напряжением в соответствии с классом напряжения поверяемого трансформатора.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки с характеристиками, указанными в таблице 2.

Таблица 2 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.3.1 Условия проведения поверки	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 10 до 35 °С, с $\Delta = \pm 0,4$ °С	Термогигрометр ИВА-6Н-КП-Д, регистрационный № 46434-11
	Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 20 до 90 % с $\Delta = \pm 3$ %	
	Средства измерений атмосферного давления в диапазоне измерений от 80 до 106 кПа, с $\Delta = \pm 0,3$ кПа	
п.3.2 Условия проведения поверки	Средства измерений действующих значений напряжения переменного тока от 154 до 360 В с относительной погрешностью не более 0,2 %; средства измерений частоты от 45 до 55 Гц с абсолютной погрешностью не более 0,01 Гц; средства измерений коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения от 0 до 49,9 % с относительной погрешностью не более $\pm 5,0$ %	Прибор для измерения электроэнергетических величин и показателей качества электрической энергии Энергомонитор-3.3Т1, регистрационный № 39952-08
п.8.3 Проверка сопротивления изоляции	Средства измерений электрического сопротивления изоляции до 50 МОм с номинальными испытательными напряжениями 1000 и 2500 В	Мегаомметр Е6-31, регистрационный № 53668-13
п.9 Определение метрологических характеристик средств измерений	Рабочий эталон единицы коэффициента преобразования силы электрического тока не ниже 2 разряда в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений коэффициентов преобразования силы электрического тока	Трансформатор тока измерительный лабораторный ТТИ 5000.5, регистрационный № 27007-04
	Прибор сравнения токов с пределами допускаемой относительной токовой погрешности от $\pm 0,001$ % до $\pm 0,03$ % и пределами допускаемой абсолютной угловой погрешности от $\pm 0,1$ до $\pm 3,0'$	Прибор сравнения КНТ-05, регистрационный № 37854-08

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	Нагрузочное устройство (вторичная нагрузка) с погрешностью сопротивления нагрузки, не выходящей за пределы $\pm 4\%$	Магазин нагрузок МР3027, регистрационный № 34915-07
Допускается использовать при поверке другие эталоны единиц величин или средства измерений, обеспечивающие необходимую точность измерений.		

5.2 Средства измерений, применяемые при поверке, должны обеспечивать требуемую точность, быть поверены и иметь действующие записи о поверке во ФГИС «Аршин». Эталоны единиц величин должны быть аттестованы и иметь свидетельства об аттестации.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования ГОСТ 12.1.019, ГОСТ 12.3.019, действующих правил технической эксплуатации электроустановок потребителей электрической энергии и правил по охране труда при эксплуатации электроустановок, а также требования безопасности на средства поверки и поверяемые трансформаторы, изложенные в их эксплуатационных документах.

6.2 Средства поверки и вспомогательное оборудование должны соответствовать требованиям безопасности по ГОСТ 12.2.007.0 и ГОСТ 22261.

6.3 Перед проведением операций поверки средства измерений, подлежащие заземлению, надежно заземляют.

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

6.5 При определении погрешностей одной из обмоток трансформатора, имеющих две и более вторичных обмотки, каждая из которых размещена на отдельном магнитопроводе, другие вторичные обмотки должны быть замкнуты накоротко или на нагрузку, не превышающую номинальной.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре необходимо установить соответствие поверяемого трансформатора следующим требованиям:

- соответствие внешнего вида и маркировки трансформатора сведениям, приведенным в описании типа или эксплуатационной документации;
- контактные зажимы или выводы первичной и вторичной обмоток должны быть исправными и иметь маркировку;
- отдельные части трансформатора должны быть прочно закреплены;
- заземляющий зажим, если он предусмотрен в документации на поверяемый трансформатор, должен иметь обозначение в соответствии с требованиями ГОСТ 21130;
- наружные поверхности трансформатора не должны иметь дефектов изоляции и загрязнений;
- короткозамыкатель, если он предусмотрен конструкцией, должен быть исправен;
- должна быть табличка с маркировкой, где четко указаны данные трансформатора в соответствии с требованиями ГОСТ 7746-2015, ГОСТ 23624.

7.2 Если при внешнем осмотре установлено несоответствие поверяемого трансформатора хотя бы одному вышеперечисленному требованию, то трансформатор к дальнейшей поверке не допускают и результат поверки считают отрицательным.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Средства поверки должны быть подготовлены к работе согласно указаниям, приведенным в соответствующих эксплуатационных документах.

8.2 До проведения поверки поверителю надлежит ознакомиться с эксплуатационной документацией наверяемое СИ и используемые средства поверки.

8.3 Проверка сопротивления изоляции

8.3.1 Сопротивление изоляции обмоток трансформаторов проверяют для каждой обмотки между соединенными вместе контактными выводами и корпусом при помощи мегаомметра с номинальным испытательным напряжением 1000 В для вторичных обмоток, и с номинальным испытательным напряжением 2500 В для первичных обмоток.

8.3.2 Значения сопротивления изоляции должны быть не менее 50 МОм для вторичных обмоток, и не менее 5000 МОм для первичных обмоток.

8.3.3 Если значения сопротивления изоляции менее указанных в п.4.2.2, то трансформатор к дальнейшей поверке не допускают и результат поверки считают отрицательным.

8.4 Размагничивание

8.4.1 Схемы размагничивания приведены на рисунках 1, 2 и 3. Размагничивание проводят на переменном токе при частоте 50 Гц.

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

8.4.3 Трансформаторы размагничивают одним из указанных ниже способов.

8.4.3.1 Первый способ, указанный на рисунке 1.

Вторичную обмотку замыкают на резистор мощностью не менее 250 Вт и сопротивлением $R = 250 \text{ Ом}$.

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

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

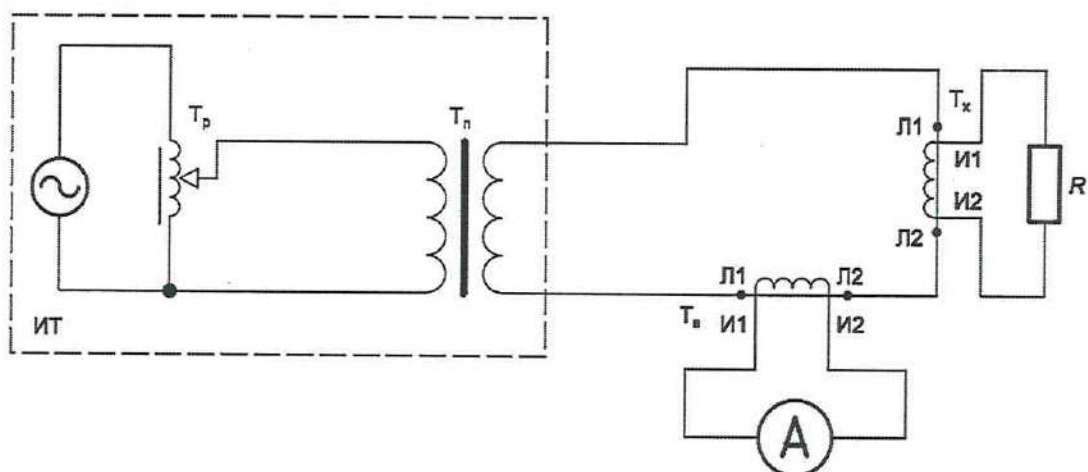
8.4.3.2 Второй способ, указанный на рисунке 2.

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 3,375 кВ, то размагничивание начинают при меньшем значении тока, при котором индуктируемое напряжение во вторичной обмотке, не превышает указанного.

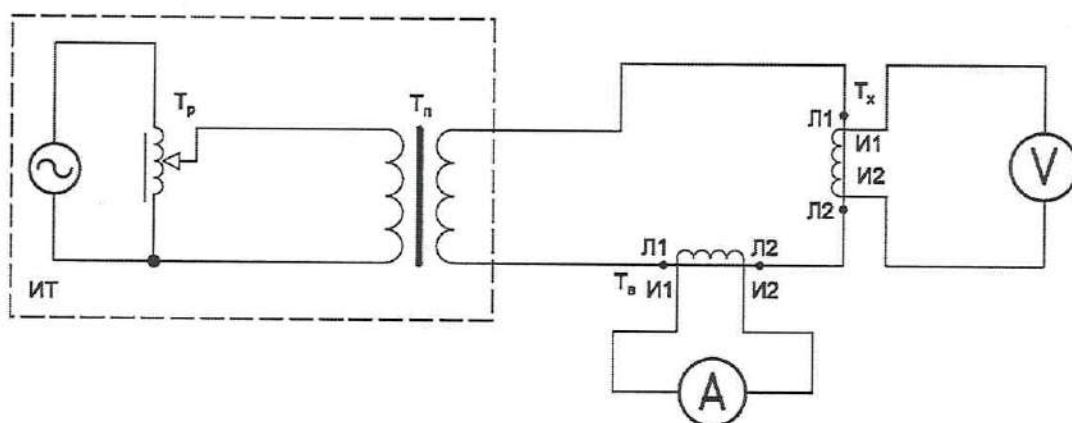
8.4.3.3 Третий способ, указанный на рисунке 3.

Через вторичную обмотку трансформатора 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.



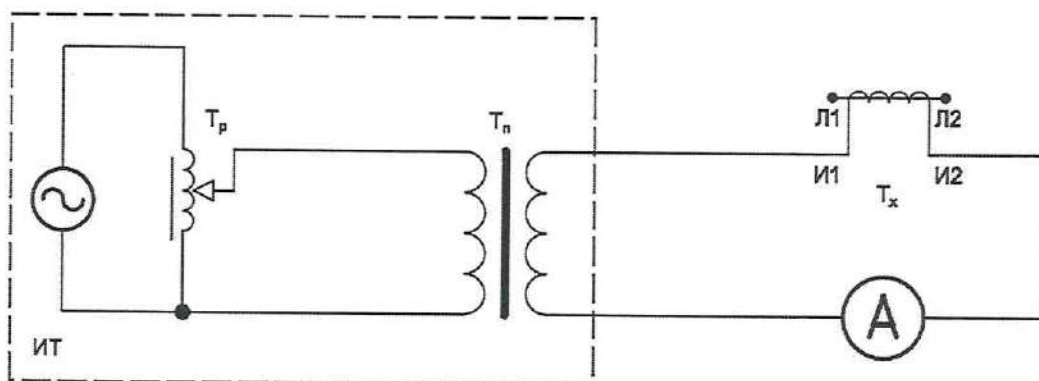
ИТ – регулируемый источник синусоидального тока; ~ – сеть (генератор); Тр – регулирующее устройство (автотрансформатор); Тп – понижающий силовой трансформатор; Тх – повышаемый трансформатор; Тв – вспомогательный трансформатор; R – резистор.

Рисунок 1 – Схема размагничивания трансформатора первым способом



ИТ – регулируемый источник синусоидального тока; ~ – сеть (генератор); Тр – регулирующее устройство (автотрансформатор); Тп – понижающий силовой трансформатор; Тх – повышаемый трансформатор; Тв – вспомогательный трансформатор.

Рисунок 2 – Схема размагничивания трансформатора вторым способом



ИТ – регулируемый источник синусоидального тока; ~ – сеть (генератор); Тр – регулирующее устройство (автотрансформатор); Тп – понижающий силовой трансформатор; Тх – повышаемый трансформатор.

Рисунок 3 – Схема размагничивания трансформатора третьим способом

8.5 Проверка правильности обозначения контактных зажимов и выводов

8.5.1 Правильность обозначения контактных зажимов и выводов определяют по схеме поверки для определения погрешностей по 9.1.

8.5.2 Поверяемый трансформатор и рабочий эталон включают в соответствии с маркировкой контактных зажимов по схеме поверки. Затем плавно увеличивают первичный ток до значения, составляющего 5 % – 10 % от номинального значения первичного тока.

В случае правильной маркировки выводов поверяемого трансформатора на приборе сравнения токов можно определить соответствующие значения погрешностей. При неправильном обозначении контактных зажимов и выводов или неисправности поверяемого трансформатора срабатывает защита в приборе сравнения токов. В этом случае трансформатор к дальнейшей поверке не допускают и результат поверки считают отрицательным.

9 Определение метрологических характеристик средств измерений

9.1 Определение погрешностей

9.5.1 Токовые и угловые погрешности трансформаторов определяют дифференциальным (нулевым) методом по схеме в соответствии с рисунком 4. Соединение приборов для измерительной схемы осуществляют в соответствии с требованиями руководства по эксплуатации применяемого прибора сравнения токов. Номинальное значение нагрузки устанавливают до начала измерений. Регулирующим устройством T_r плавно устанавливают минимальное значение тока с последующим его увеличением до максимального.

9.5.2 Значения относительной токовой погрешности поверяемого трансформатора δ_I в процентах и абсолютной угловой погрешности Δ_δ в минутах принимают равными значениям токовой и угловой погрешностей, отсчитываемым по шкалам прибора сравнения токов.

9.5.3 Погрешности определяют:

а) для трансформаторов классов 0,2S по ГОСТ 7746-2015 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 по ГОСТ 7746-2015;

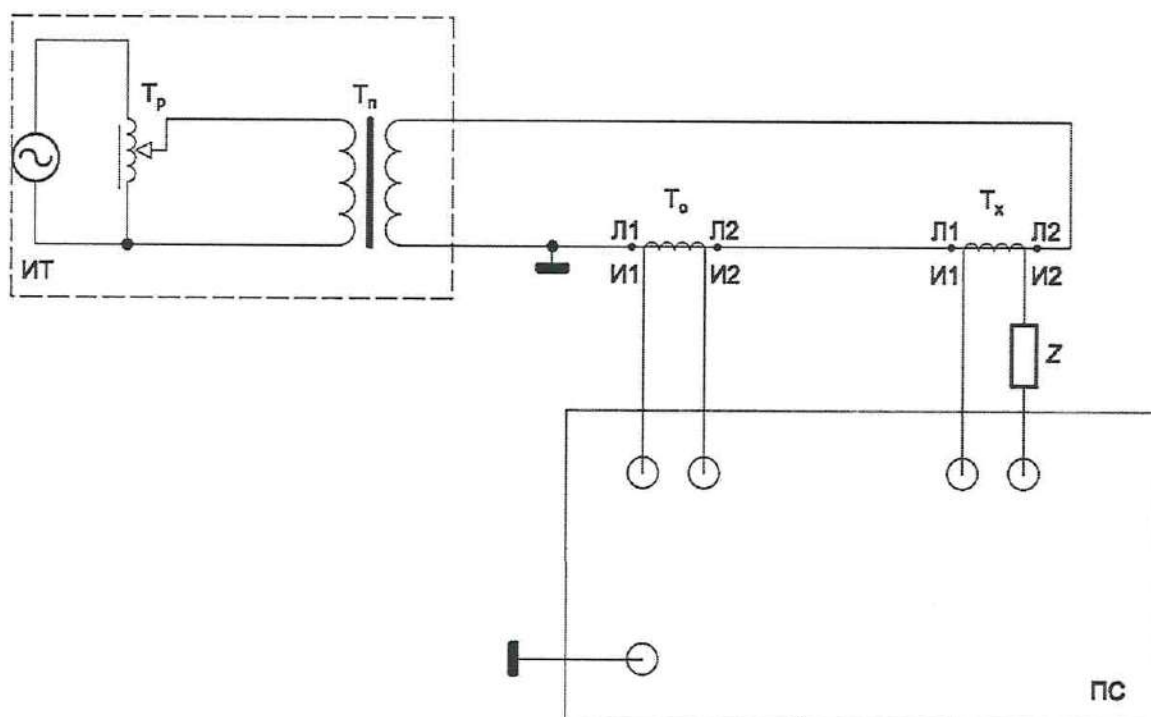
б) трансформаторов класса точности 0,2 по ГОСТ 7746-2015 при значениях первичного тока, составляющих 5 %, 20 % и 100 % от номинального значения и при номинальной нагрузке, а также при значении первичного тока, равного 120 %, и нагрузке, равной нижнему пределу диапазона нагрузок по ГОСТ 7746-2015;

в) трансформаторов классов точности 5PR по ГОСТ Р МЭК 61869-2-2015 при номинальном первичном токе и номинальной нагрузке;

Примечания:

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

9.5.4 По заявке потребителя поверку трансформаторов, находящихся в эксплуатации, допускается проводить при иных значениях тока и вторичной нагрузки, отличающихся от указанных в настоящей МП, при этом информация об объеме проведенной поверки указывается в документе, выдаваемом по результатам поверки.



ИТ – регулируемый источник синусоидального тока; ~ – сеть (генератор); Тр – регулирующее устройство (автотрансформатор); Тп – понижающий силовой трансформатор;

Т₀ – рабочий эталон; Т_х – поверяемый трансформатор; Р1, Р2 – контактные зажимы первичной обмотки; И1, И2 – контактные зажимы вторичной обмотки; Z – нагрузка;

ПС – прибор сравнения (компаратор вторичных токов)

Рисунок 4 – Схема поверки

10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Результаты операции поверки считаются удовлетворительными, если полученные значения погрешностей поверяемых трансформаторов, не превышают пределов допускаемых погрешностей, установленных ГОСТ 7746-2015 и ГОСТ Р МЭК 61869-2-2015.

10.2 Критериями принятия специалистом, проводившим поверку, решения по подтверждению соответствия средства измерений метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, являются:

- обязательное выполнение всех процедур, перечисленных в пунктах 7, 8.3, 8.4, 8.5, 9 и соответствие действительных значений метрологических характеристик требованиям, указанным в пункте 10.1 настоящей методики поверки;

- обеспечение прослеживаемости поверяемого СИ к ГЭТ152-2023 в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений коэффициентов преобразования силы электрического тока, утвержденная приказом Росстандарта от 21.07.2023 г. № 1491.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки трансформаторов передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с приказом Минпромторга РФ от 31.07.2020 г. № 2510.

11.2 По заявлению владельца трансформатора или лица, представившего его на поверку, положительные результаты поверки оформляют свидетельством о поверке по форме, установленной в соответствии с приказом Минпромторга РФ от 31.07.2020 г. № 2510 и (или) внесением в паспорт трансформатора записи о проведенной поверке. Оформление результатов поверки в паспорте средств измерений, по результатам поверки которых подтверждено их соответствие метрологическим требованиям, включает запись о проведенной поверке в виде: «Поверка выполнена». Указанная запись заверяется подписью поверителя с её расшифровкой (указываются фамилия и инициалы поверителя), наносится знак поверки и указывается дата поверки.

11.3 По заявлению владельца трансформатора или лица представившего его на поверку, отрицательные результаты поверки оформляют извещением о непригодности к применению средства измерений по форме, установленной в соответствии с приказом Минпромторга РФ от 31.07.2020 г. № 2510, и (или) внесением в паспорт трансформатора соответствующей записи.

11.4 Протокол поверки трансформатора оформляется в произвольной форме.

Начальник метрологической службы



В.И. Загородникова

Ведущий инженер метрологической службы



С.А. Засышкин