

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
2024 г.

«ГСИ. Устройства для проверки трансформаторов тока
РЕТОМ™-ТТ. Методика поверки»

МП 52-26-2023

г. Екатеринбург
2024 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, А.М. Шабуров (УНИИМ - филиал ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»), Н.В. Курчина (ООО «НПП «Динамика»).

Согласована: Директором УНИИМ – филиала ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» в 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений Устройства для проверки трансформаторов тока РЕТОМ TM -ТТ. Методика поверки	МП 52-26-2023
--	---------------

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на устройства для проверки трансформаторов тока РЕТОМTM-ТТ (далее – устройства), выпускаемые Обществом с ограниченной ответственностью «Научно-производственное предприятие «Динамика» (ООО «НПП «Динамика»), г. Чебоксары, а также находящиеся в эксплуатации, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

1.2 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в приложении А. Перечень рекомендуемых эталонных средств измерений и вспомогательного оборудования приведен в разделе 5. Рекомендуемая форма протокола поверки устройств приведена в приложении Б.

1.3 При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемость устройства к:

- Государственному первичному специальному эталону единицы силы электрического тока в диапазоне частот 20 - $1 \cdot 10^6$ Гц (ГЭТ 88-2014) согласно Государственной поверочной схеме для средств измерений силы переменного электрического тока от $1 \cdot 10^{-8}$ до 100 А в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^6$ Гц, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 марта 2022 г. № 668;

- Государственному первичному специальному эталону единицы электрического напряжения - вольта в диапазоне частот $3 \cdot 10^7$ - $2 \cdot 10^9$ Гц (ГЭТ 27-2009), Государственному первичному специальному эталону единицы электрического напряжения (вольта) в диапазоне частот 10 - $3 \cdot 10^7$ Гц (ГЭТ 89-2008) согласно Государственной поверочной схеме для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $2 \cdot 10^9$ Гц, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 августа 2023 г. № 1706;

- Государственному первичному эталону единицы электрического сопротивления (ГЭТ 14-2014) согласно Государственной поверочной схеме для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 г. № 3456;

- Государственному первичному эталону единиц коэффициентов преобразования силы электрического тока (ГЭТ 152-2023) согласно Государственной поверочной схеме для средств измерений коэффициентов преобразования силы электрического тока, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 21 июля 2023 г. № 1491;

- Государственному первичному эталону единицы электрической мощности в диапазоне частот 1 - 2500 Гц (ГЭТ 153-2019) согласно Государственной поверочной схеме для средств измерений электроэнергетических величин в диапазоне частот от 1 до 2500 Гц, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23 июля 2021 г. № 1436.

1.4 В настоящей методике поверки реализована поверка косвенным методом и методом прямых измерений.

1.5 Первичная поверка проводится до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта. Периодическая поверка проводится в процессе эксплуатации и хранения.

1.6 Допускается проведение периодической поверки меньшего числа измеряемых (воспроизводимых) величин или меньшего числа поддиапазонов измерений (воспроизведений) в соответствии с заявлением владельца устройств, с обязательным указанием информации об объеме проведенной поверки.

2 Перечень операций поверки

2.1 При проведении поверки устройств выполняют следующие операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции	Обязательность проведения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	Да	Да	пункт 7.2
Проверка сопротивления защитного соединения	Да	Да	пункт 7.3
Проверка электрического сопротивления изоляции	Да	Да	пункт 7.4
Проверка электрической прочности изоляции	Да	Нет	пункт 7.5
Опробование	Да	Да	пункт 7.6
Проверка программного обеспечения	Да	Да	раздел 8
Определение метрологических характеристик средства измерений	Да	Да	раздел 9
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	раздел 10

2.2 Последовательность проведения операций поверки обязательна.

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

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 Поверку устройств следует проводить в нормальных условиях:

- температура окружающего воздуха, °C 20 ± 5
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80 (без конденсации влаги)
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106
- напряжение питающей сети $U_{\text{пит}}$, В $220 \pm 4,4$
- частота питающей сети, Гц 50 ± 1
- отсутствие вибрации, тряски, ударов, влияющих на работу устройств;
- отсутствие внешних электрических и магнитных полей, превышающих установленные нормы по электрооборудованию для измерения, управления и лабораторного применения.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускают лица из числа сотрудников организаций, аккредитованных на право проведения поверки в соответствии с действующим законодательством РФ, изучившие настоящую методику поверки, руководства по эксплуатации на поверяемые устройства и применяемые средства поверки.

4.2 Лица, допускаемые к поверке устройства, должны иметь квалификационную группу по электробезопасности не ниже III.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки должны применяться средства измерений, перечисленные в таблице 2.

5.2 Эталоны, применяемые для поверки, должны быть поверены (аттестованы), средства измерений – поверены.

5.3 Вместо указанных в таблице 2 средств поверки допускается использовать другие аналогичные средства измерений, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным 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
Раздел 7 Внешний осмотр, подготовка к поверке и опробование средства измерений	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от плюс 15 °С до плюс 25 °С, ПГ = $\pm 0,7$ °С Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 %, ПГ = $\pm 2,5$ %	Термогигрометр электронный «CENTER» 313, рег. № 22129-09
	Средства измерений атмосферного давления в диапазоне измерений от 84 до 106 кПа, ПГ = $\pm 0,25$ кПа	Барометр-анероид метеорологический БАММ-1, рег. № 5738-76
	Средства измерений напряжения питающей сети в диапазоне от 215,6 до 224,4 В, с относительной погрешностью не более 1% Средства измерений частоты питающей сети в диапазоне от 49 до 51 Гц, с абсолютной погрешностью не более 0,1 Гц	Измеритель электрических параметров качества, мощности и количества электрической энергии телеметрический LPW-305, рег. № 46877-11
	Устройство для проверки сопротивления защитного соединения в диапазоне измерений от 1 МОм до 1 Ом, пределы допускаемой погрешности $\pm 0,03$ %	Миллиомметр Е6-25, рег. № 24970-03
	Устройство для проверки электрической прочности и сопротивления изоляции в диапазоне измерений высокого напряжения переменного тока синусоидальной формы частотой 50 Гц от 500 до 2200 В, пределы допускаемой относительной основной погрешности ± 2 %; диапазон измерений	Устройство измерительное электрической прочности и сопротивления изоляции РЕТОМ™-6000, рег. № 44884-10

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	высокого напряжения постоянного тока от 500 до 1000 В, пределы допускаемой относительной основной погрешности $\pm 2\%$; пределы допускаемой относительной основной погрешности при измерении сопротивления изоляции $\pm 5\%$	
Раздел 9 Определение метрологических характеристик средства измерений	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 - 18) кА, номинальный коэффициент трансформации 100, пределы допускаемой относительной токовой погрешности $\pm 0,01\%$, пределы допускаемой абсолютной угловой погрешности $\pm 1'$	Трансформатор тока измерительный лабораторный ТТИ-100, рег. № 29922-05
	Рабочий эталон 1 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 1 А, 5 А, класс точности 0,01	Трансформатор тока измерительный лабораторный ТТИ-5000.51, рег. № 55278-13
	Рабочий эталон 1 разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 1706 от 18 августа 2023 г. Номинальные значения напряжения (U_n): 1, 2, 5, 10, 30, 60, 120, 240, 480 и 800 В; диапазон от $0,1U_n$ до $1,2U_n$, пределы допускаемой относительной погрешности $\pm[0,015+0,003(1,2 U_n/ U-1)]\%$ при $U_n \leq 2$ В, $\pm[0,01+0,002(1,2 U_n/ U-1)]\%$ при $U_n > 2$ В Рабочий эталон 1 разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 668 от 17 марта 2022 г.	Прибор электроизмерительный многофункциональный Энергомонитор-61850, рег. № 73445-18

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	Номинальные значения токов (I_n): 0,1, 0,25, 0,5, 1, 2,5, 5, 10, 25, 50 и 100 А; диапазон от $0,1I_n$ до $1,2I_n$, пределы допускаемой относительной погрешности $\pm[0,01+0,002(1,2 I_n/ I-1)]$ % при $U_n \leq 10$ А Рабочий эталон 1 разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 1436 от 23 июля 2021 г. Угол фазового сдвига между основными гармониками входных напряжений в диапазоне от 0 до 360, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,003$ градуса	
	Рабочий эталон 3 разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 3456 от 30 декабря 2019 г. Номинальные значения сопротивления 0,01 Ом, 0,1 Ом, 1 Ом, 100 Ом, класс точности 0,01	Катушки электрического сопротивления измерительные Р310, Р321, Р331 рег. № 1162-58
	Рабочий эталон 4 разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 3456 от 30 декабря 2019 г. Диапазон от 0,1 до 122222,1 Ом, класс точности 0,05	Магазин электрического сопротивления Р4830/2, рег. № 4614-74
	Источник переменного тока и напряжения пределы допускаемых отклонений установленных значений выходного тока и напряжения ± 1 %, угол фазового сдвига ± 2 градуса	Источник переменного тока и напряжения трехфазный программируемый «Энергоформа 3.3»

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок», ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.1.019-2017, ГОСТ 22261-94, указаниями по безопасности, изложенными в эксплуатационной документации на устройства и технической документации на применяемые эталонные средства измерения и вспомогательное оборудование.

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 Внешние подключения следует производить согласно схемам подключения устройств при отключенных источниках сигналов.

7 Внешний осмотр, подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Подготовка к поверке

7.1.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- провести контроль условий поверки с помощью термогигрометра, барометра и прибора контроля показателей качества электрической энергии, указанных в таблице 2 в соответствии с разделом 3;

- провести технические и организационные мероприятия по обеспечению безопасности проводимых работ в соответствии с действующими положениями ГОСТ 12.2.007.0-75;

- выдержать устройства в условиях окружающей среды, указанных в разделе 3 настоящей методики поверки, не менее 4 ч, если они находились в климатических условиях, отличающихся от указанных в разделе 3;

- подготовить к работе средства поверки в соответствии с эксплуатационной документацией на средства поверки.

7.2 Внешний осмотр

7.2.1 Проверить соответствие комплектности перечню, указанному в эксплуатационной документации. Проверить наличие кабелей из комплекта поставки, необходимых для проведения поверки.

7.2.2 Проверить целостность корпуса и отсутствие видимых механических повреждений, отсутствие обрывов и нарушения изоляции кабелей и жгутов.

7.2.3 Проверить внутри устройства отсутствие посторонних предметов или незакрепленных деталей (не должно быть постороннего шума при манипуляциях с устройством (поступательные, вращательные движения)).

7.2.4 Проверить выключатель питания на возможность его переключения. Проверить органы управления на работоспособность (возможность переключения, нажатия согласно руководству по эксплуатации).

7.2.5 При обнаружении несоответствий хотя бы по одному из пунктов 7.2.1-7.2.4 устройство не допускается к дальнейшей поверке.

Результат внешнего осмотра считается положительным, если выполняются все вышеуказанные требования.

7.3 Проверка сопротивления защитного соединения

7.3.1 Сопротивление защитного соединения устройства следует проверять между клеммой заземления и металлическими частями корпуса, которые могут оказаться под напряжением. Измерение проводить с помощью миллиомметра Е6-25.

7.3.2 Результаты проверки сопротивления защитного заземления считаются удовлетворительными, если сопротивление защитного соединения не превышает 0,1 Ом.

7.4 Проверка электрического сопротивления изоляции

7.4.1 Проверку электрического сопротивления изоляции устройства проводить при выключенном питании при помощи РЕТОМ™-6000. Проверяемые цепи и значение испытательного напряжения постоянного тока приведены в таблице 3.

7.4.2 При проведении проверки следует закоротить контакты внутри группы между собой:

- контакты вилки сетевого шнура (кроме контакта заземления);
- входы/выходы (клеммы) в каждой группе проверяемых цепей устройства.

7.4.3 Результаты проверки электрического сопротивления изоляции считаются удовлетворительными, если сопротивление изоляции не менее 20 МОм.

Таблица 3 – Значения испытательного напряжения

Электрическая цепь устройства	Испытательное напряжение, В			
	для измерения электрической прочности изоляции (переменное)			для измерения сопротивления изоляции относительно корпуса (постоянное)
	относительно корпуса	относительно сети	относительно друг друга	
Сетевой шнур	1000	–	–	1000
Выход OUTPUT	1500	1500	–	1000
Входы «W1» и «W2»	2000	2000	–	1000

Примечание – «Сеть» - контакты вилки сетевого шнура; «корпус» - клемма защитного заземления.

7.5 Проверка электрической прочности изоляции

7.5.1 Проверку электрической прочности изоляции проводить при помощи РЕТОМ™-6000. Сетевой выключатель устройства должен находиться во включенном положении.

Проверяемые цепи и значения испытательного напряжения переменного тока приведены в таблице 3.

7.5.2 При проведении испытаний следует закоротить контакты внутри группы между собой:

- контакты вилки сетевого шнура (кроме контакта заземления);
- входы/выходы (клеммы) в каждой группе проверяемых цепей устройства.

7.5.3 Результаты проверки электрической прочности изоляции считаются удовлетворительными, если во время испытаний не произошло пробоя или перекрытия изоляции.

7.6 Опробование

Перед проведением проверки устройств необходимо ознакомиться с разделом 4 «Руководство по эксплуатации» паспорта БРГА.411182.001 ПС.

7.6.1 При опробовании проверяется работоспособность устройства в соответствии с разделом 4 «Руководство по эксплуатации» паспорта БРГА.411182.001 ПС.

7.6.2 Проверку выполнять в следующем порядке:

- произвести заземление устройства;
- включить устройство;
- проверить работоспособность дисплея, органов управления, возможности установки различных режимов. Режимы, отображаемые на дисплее, должны соответствовать требованиям раздела 4 «Руководство по эксплуатации» паспорта БРГА.411182.001 ПС.

7.6.3 Результаты опробования считаются положительными если выполняются все вышеперечисленные требования.

8 Проверка программного обеспечения

8.1 Встроенное программное обеспечение (далее по тексту – ПО) подтверждается определением идентификационного наименования и версии ПО.

Для определения идентификационного наименования и номера версии ПО проверяют информацию, отображаемую на индикаторе устройств (Меню → Настройки → Версия ПО).

8.2 Результат подтверждения соответствия ПО считают положительным, если идентификационное наименование и номер версии программного обеспечения соответствуют данным, указанным в таблице А.2 Приложения А.

9.1 Общие указания при определении метрологических характеристик устройств

Перед проведением поверки устройств необходимо ознакомиться с разделом 4 «Руководство по эксплуатации» паспорта БРГА.411182.001 ПС.

Проверяемые параметры и режимы измерений выбираются согласно разделу 4 «Руководство по эксплуатации» паспорта БРГА.411182.001 ПС.

Описание и принцип действия основных измерительных узлов устройств приведены в разделе 4 «Руководство по эксплуатации» паспорта БРГА.411182.001 ПС.

Результаты измерений заносят в протокол поверки. Рекомендуемая форма протокола приведена в Приложении Б.

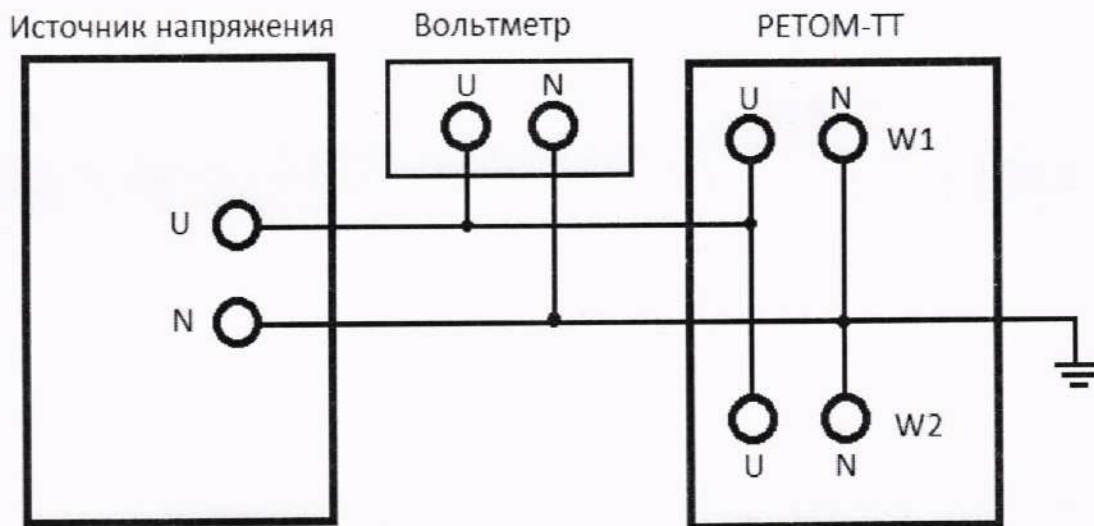
Для удобства проведения поверки устройств в меню имеется пункт «Поверка».

9.2 Определение основной относительной погрешности измерений напряжения переменного тока

Определение основной относительной погрешности измерений напряжения переменного тока на входах W1 и W2 проводить в следующей последовательности:

- 1) Собрать схему согласно рисунку 1;
- 2) Настроить вольтметр переменного тока:
 - выбрать режим измерений напряжения переменного тока и диапазон измерений, соответствующий проверяемым точкам;
- 3) Включить устройство, выбрать в меню пункт «Настройки» → режим «Поверка» → «Напряжение»;
- 4) Поверку проводить в контрольных точках согласно таблице Б.1 Приложения Б;
- 5) Выдать напряжение, соответствующее проверяемой точке (графа «Проверяемая точка, В» таблицы Б.1 Приложения Б);
- 6) Нажать на кнопку «Измерить» на экране устройства для отображения измеренного значения;
- 7) Зафиксировать показания вольтметра переменного тока и показания устройства (измеренные значения напряжения на входах W1 и W2) соответственно в графы «Показания эталона, В», «Показания поверяемого СИ, В, W1», «Показания поверяемого СИ, В, W2» таблицы Б.1 Приложения Б;
- 8) Рассчитать основную относительную погрешность по формуле (1), приведенной в разделе 10;
- 9) Определение погрешности проводить для каждой проверяемой точки путем сравнения показаний эталона с показаниями поверяемого устройства;
- 10) По окончании проверки устройство выключить.

Результаты проверки считаются положительными, если полученные значения погрешностей не превышают допускаемых пределов, приведенных в приложении А.



Примечание

*В качестве источника напряжения переменного тока применять Энергоформа 3.3.
В качестве вольтметра переменного тока применять Энергомонитор-61850.*

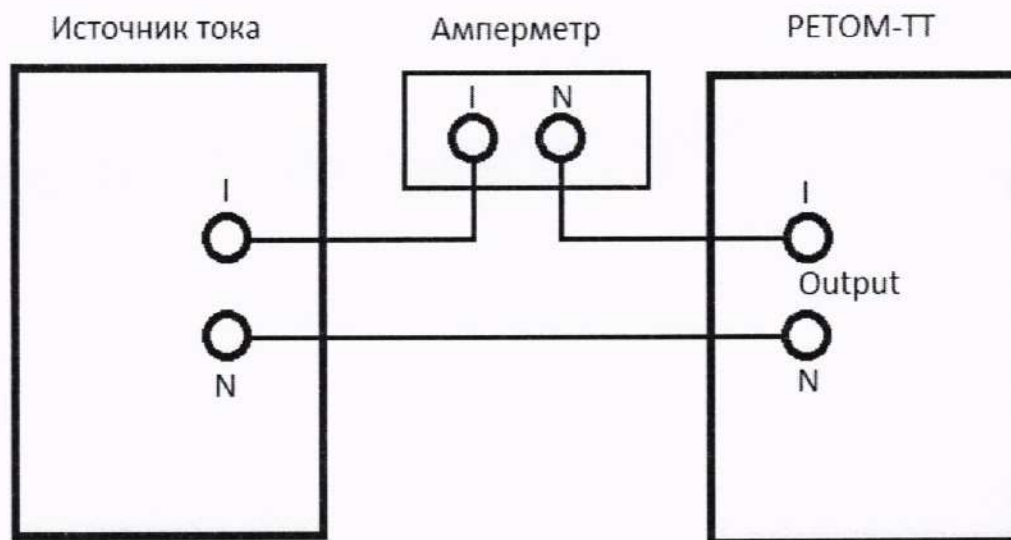
Рисунок 1 – Схема подключения для определения основной относительной погрешности измерений напряжения переменного тока

9.3 Определение основной абсолютной погрешности воспроизведений силы переменного тока

Определение основной абсолютной погрешности воспроизведений силы переменного тока проводить в следующей последовательности:

- 1) Собрать схему согласно рисунку 2;
- 2) Настроить амперметр переменного тока:
 - выбрать режим измерений силы переменного тока и диапазон измерений, соответствующий проверяемым точкам;
- 3) Включить устройство, выбрать в меню пункт «Настройки» → режим «Проверка» → «Ток»;
- 4) Проверку проводить в контрольных точках согласно таблице Б.2 Приложения Б;
- 5) Выдать ток, соответствующий проверяемой точке (графа «Проверяемая точка, А» таблицы Б.2 Приложения Б);
- 6) Нажать на кнопку «Измерить» на экране устройства для отображения воспроизведенного значения;
- 7) Зафиксировать показания амперметра переменного тока и показания устройства (воспроизведенное значение) соответственно в графы «Показания эталона, А», «Показания поверяемого СИ, А» таблицы Б.2 Приложения Б;
- 8) Рассчитать основную абсолютную погрешность по формуле (2), приведенной в разделе 10;
- 9) Определение погрешности проводить для каждой проверяемой точки путем сравнения показаний эталона с показаниями поверяемого устройства;
- 10) По окончании проверки устройство выключить.

Результаты проверки считаются положительными, если полученные значения погрешностей не превышают допустимых пределов, приведенных в приложении А.



Примечание

В качестве источника переменного тока применять Энергоформа 3.3.

В качестве амперметра переменного тока применять Энергомонитор-61850.

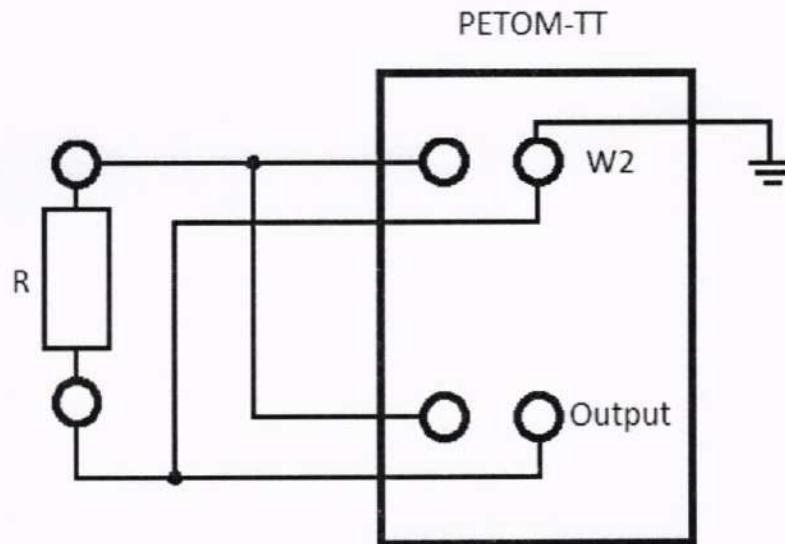
Рисунок 2 – Схема подключения для определения основной абсолютной погрешности воспроизведений силы переменного тока

9.4 Определение основной абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления постоянному току

Определение основной абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления постоянному току проводят в следующей последовательности:

- 1) Собрать схему согласно рисунку 3;
- 2) Включить устройство, выбрать в меню пункт «Настройки» → режим «Проверка» → «Сопротивление»;
- 3) Проверку проводить в контрольных точках согласно таблице Б.3 Приложения Б;
- 4) Нажать на кнопку «Измерить» на экране устройства для отображения измеренного значения;
- 5) Зафиксировать эталонные значения сопротивления и показания устройства (измеренное значение) соответственно в графы «Показания эталона, Ом (мОм)», «Показания поверяемого СИ, Ом (мОм)» таблицы Б.3 Приложения Б;
- 6) Рассчитать основную абсолютную погрешность по формуле (2), приведенной в разделе 10;
- 7) Определение погрешности проводить для каждой проверяемой точки путем сравнения эталонных значений сопротивления с показаниями поверяемого устройства;
- 8) По окончании проверки устройство выключить.

Результаты проверки считаются положительными, если полученные значения погрешностей не превышают допусковых пределов, приведенных в приложении А.



Примечание

В качестве эталонных сопротивлений R применять:

- катушки электрического сопротивления измерительные P331, P321, P310 номиналами 0,01 Ом, 0,1 Ом, 1 Ом, 100 Ом;
- магазин сопротивлений P4830/2 (св. 100 Ом).

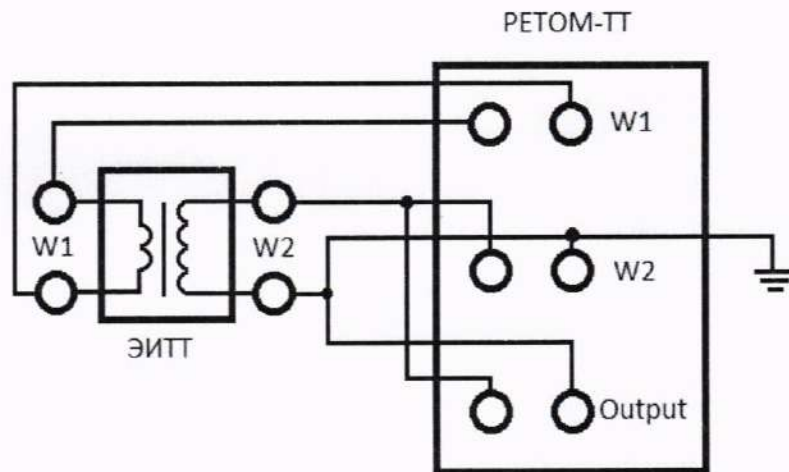
Рисунок 3 – Схема подключения для определения основной абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления постоянному току

9.5 Определение основной относительной погрешности измерений коэффициента трансформации трансформатора тока

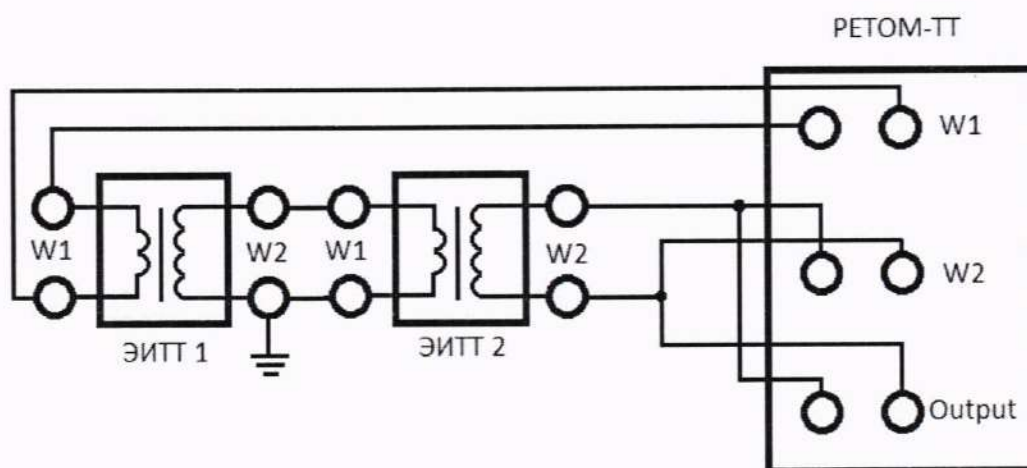
Определение основной относительной погрешности измерений коэффициента трансформации трансформаторов тока проводить в следующей последовательности:

- 1) Собрать схему согласно рисунку 4 с учетом таблицы 4;
- 2) Включить устройство, выбрать в меню пункт «Настройки» → режим «Проверка» → «Коэффициент трансформации»;
- 3) Проверку проводить в контрольных точках согласно таблице Б.4 Приложения Б;
- 4) Нажать на кнопку «Измерить» на экране устройства для отображения измеренного значения;
- 5) Зафиксировать эталонные значения коэффициента трансформации трансформаторов тока и показания устройства (измеренное значение) соответственно в графы «Показания эталона (коэффициент трансформации ЭИТТ)», «Показания поверяемого СИ» таблицы Б.4 Приложения Б;
- 6) Рассчитать основную относительную погрешность по формуле (1), приведенной в разделе 10;
- 7) Определение погрешности проводить для каждой проверяемой точки путем сравнения эталонных значений коэффициента трансформации трансформаторов тока с показаниями поверяемого устройства;
- 8) По окончании проверки устройство выключить.

Результаты проверки считаются положительными, если полученные значения погрешностей не превышают пределов, приведенных в приложении А.



а) коэффициент трансформации от 1 до 1000 вкл



б) коэффициент трансформации свыше 1000

Примечание

В качестве измерительных трансформаторов тока применять:

- Трансформатор тока измерительный лабораторный ТТИ-5000.51 (ЭИТТ, ЭИТТ 2);
- Трансформатор тока измерительный лабораторный ТТИ-100 (ЭИТТ 1).

Коэффициент трансформации устанавливать, согласно таблице 4.

Рисунок 4 – Схема подключения для определения основной относительной погрешности измерений коэффициента трансформации трансформаторов тока

Таблица 4 – Подключение измерительных трансформаторов тока (количество витков на первичной обмотке и контакты для подключения)

Проверяемый коэффициент трансформации	№ рисунка	Обозначение ЭИТТ согласно рисунку	Тип ЭИТТ	Соединения первичной обмотки	Соединения вторичной обмотки
1	4а	ЭИТТ	ТТИ-5000.51	И8 – И10	И1 – И7
10	4а	ЭИТТ	ТТИ-5000.51	10 витков Л1-Л2	И1-И6
20	4а	ЭИТТ	ТТИ-5000.51	10 витков Л1-Л2	И1-И7
50	4а	ЭИТТ	ТТИ-5000.51	10 витков Л1-Л2	И9-И12
100	4а	ЭИТТ	ТТИ-5000.51	10 витков Л1-Л2	И1-И13
1000	4а	ЭИТТ	ТТИ-5000.51	1 виток Л1-Л2	И1-И13
5000	4б	ЭИТТ 1	ТТИ-100	2 витка Л1-Л2	И1-И2
		ЭИТТ 2	ТТИ-5000.51	10 витков Л1-Л2	И1-И13
10000	4б	ЭИТТ 1	ТТИ-100	1 виток Л1-Л2	И1-И2
		ЭИТТ 2	ТТИ-5000.51	10 витков Л1-Л2	И1-И13
20000	4б	ЭИТТ 1	ТТИ-100	1 виток Л1-Л2	И1-И2
		ЭИТТ 2	ТТИ-5000.51	5 витков Л1-Л2	И1-И13

Примечание – Количество витков и способы подключения вторичной обмотки могут отличаться от указанных в таблице в зависимости от используемого ЭИТТ.

9.6 Определение абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига

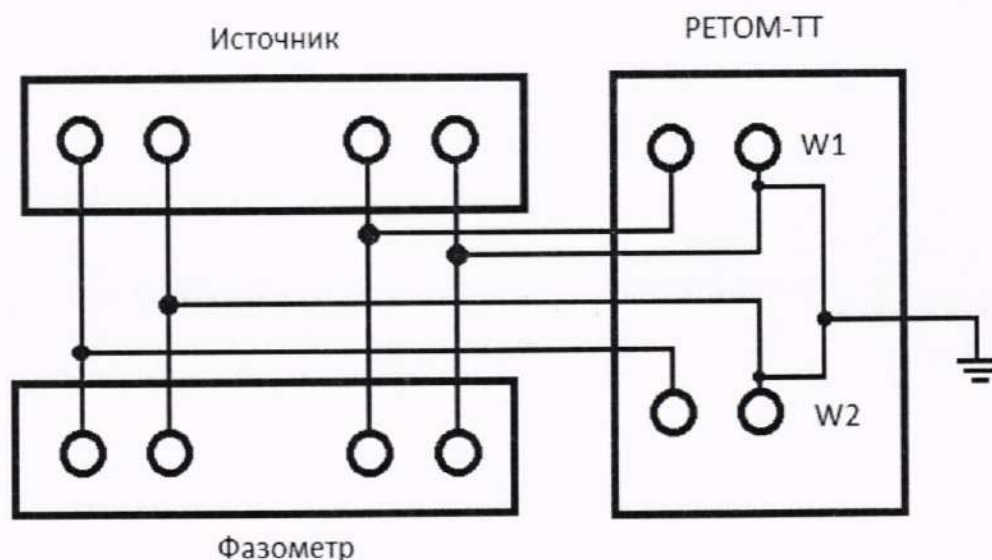
Определение абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига проводить в следующей последовательности:

- 1) Собрать схему согласно рисунку 5;
- 2) Включить устройство, выбрать в меню пункт «Настройки» → режим «Поверка» → «Фаза»;
- 3) Проверку проводить в контрольных точках согласно таблице Б.5 Приложения Б;
- 4) Установить угол фазового сдвига, соответствующий проверяемой точке (графа «Проверяемая точка, градус» таблицы Б.5 Приложения Б). Уровень входного сигнала 30 В;
- 5) Нажать на кнопку «Измерить» на экране устройства для отображения измеренного значения;
- 6) Зафиксировать показания эталона и показания устройства (измеренное значение) соответственно в графы «Показания эталона, градус», «Показания поверяемого СИ, градус» таблицы Б.5 Приложения Б;
- 7) Рассчитать абсолютную погрешность по формуле (2), приведенной в разделе 10;

8) Определение погрешности проводить для каждой проверяемой точки путем сравнения показаний эталона с показаниями поверяемого устройства;

9) По окончании проверки устройство выключить.

Результаты проверки считаются положительными, если полученные значения погрешностей не превышают допустимых пределов, приведенных в приложении А.



Примечание

В качестве источника угла фазового сдвига применять Энергоформа 3.3.

В качестве фазометра применять Энергомонитор-61850.

Рисунок 5 – Схема подключения для определения абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига

10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 При проведении поверки устройства в нормальных условиях согласно п. 3.1 полученные оценки погрешности сравниваются со значением предела допускаемых значений погрешности и положительное либо отрицательное решение по результатам поверки принимается по результатам этого сравнения.

10.2 Определение пределов допустимых показаний поверяемого устройства при измерении напряжения переменного тока, воспроизведении силы переменного тока, измерении электрического сопротивления постоянному току, измерении коэффициента трансформации трансформатора тока и измерении угла фазового сдвига.

10.2.1 Относительная погрешность δ , %, измерений определяется по формуле

$$\delta = \frac{|X_{изм} - X_{\partial}|}{X_{\partial}} \cdot 100\% \quad (1)$$

где: X_{∂} – действительное значение задаваемой величины (показания эталонного средства измерений);

$X_{изм}$ – измеренное значение задаваемой величины (показания поверяемого устройства).

10.2.2 Абсолютная погрешность Δ воспроизведений (измерений) определяется по формуле

$$\Delta = X_{изм} - X_{\partial} \quad (2)$$

где X_{∂} – действительное значение воспроизводимой (задаваемой) величины (по показаниям эталонного средства измерения);

$X_{изм}$ – воспроизведенное (измеренное) значение величины (по показаниям поверяемого устройства).

10.2.3 Для каждой проверяемой точки вычисляют граничные значения параметров поверяемого устройства по формулам:

а) при воспроизведении силы переменного тока

$$X_i^{ниж} = X_{\partial i} - \Delta_i^{\text{допуск}}; \quad X_i^{\text{верх}} = X_{\partial i} + \Delta_i^{\text{допуск}}; \quad (3)$$

$$\Delta_i^{\text{допуск}} = aX_{\partial i} + bX_k; \quad (4)$$

б) при измерении напряжения переменного тока, коэффициента трансформации трансформатора тока

$$X_i^{ниж} = X_{\partial i} - \Delta_i^{\text{допуск}}; \quad X_i^{\text{верх}} = X_{\partial i} + \Delta_i^{\text{допуск}} \quad (5)$$

$$\Delta_i^{\text{допуск}} = \frac{\delta}{100\%} \cdot X_{\partial}; \quad (6)$$

в) при измерении угла фазового сдвига

$$X_i^{ниж} = X_{\partial i} - \Delta_i^{\text{допуск}}; \quad X_i^{\text{верх}} = X_{\partial i} + \Delta_i^{\text{допуск}}; \quad (7)$$

$$\Delta_i^{\text{допуск}} = b; \quad (8)$$

г) при измерении электрического сопротивления постоянному току

$$X_i^{ниж} = X_{oi} - \Delta_i^{допуск}; \quad X_i^{верх} = X_{oi} + \Delta_i^{допуск}; \quad (9)$$

$$\Delta_i^{допуск} = aX_{oi} + b; \quad (10)$$

где $X_i^{ниж}$, $X_i^{верх}$ – соответственно нижняя и верхняя граница допускаемых показаний значения величины параметра i -ой проверяемой точки;

$\Delta_i^{допуск}$ – допускаемое отклонение величины проверяемого параметра от действительного значения в i -ой проверяемой точке в абсолютных величинах;

X_{oi} – действительное значение величины проверяемого параметра в i -ой проверяемой точке (по показаниям эталонного средства измерения);

a , b – коэффициенты, определяющие погрешность (указаны в таблице А.1 Приложения А).

10.3 Регистрируют значение x_i , соответствующее максимальному отклонению от установленного значения проверяемой точки (наблюдают 4-5 показаний), при этом следует отбросить явно ошибочные измерения случайного характера, не связанные с систематической погрешностью.

Если по результатам измерений по 9.2 – 9.5 выполняется одно (любое) из неравенств:

$$x_i < X_i^{ниж} \text{ или } x_i > X_i^{верх}, \quad (11)$$

то результаты поверки считают отрицательными.

В противном случае **результаты поверки устройства считаются положительными.**

11 Оформление результатов поверки

11.1 В ходе поверки оформляют протокол поверки, отражающий выполнение процедур по пунктам разделов 7 – 10 и их результаты, форма протокола приведена в приложении Б.

11.2 При положительных результатах поверки устройство признают пригодным к применению. Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено.

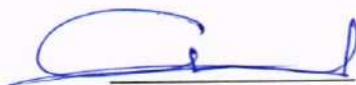
11.3 При отрицательных результатах поверки устройство признают непригодным к применению.

11.4 При оформлении результатов поверки руководствоваться нормативными документами, действующими на момент оформления поверки.

11.5 Сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с установленным порядком. В сведениях о результатах поверки приводят данные об объеме проведенной поверки и о составе поверенного средства измерений.

Разработчики:

Заведующий отделом 26 УНИИМ –
филиал ФГУП «ВНИИМ
им.Д.И.Менделеева»

 А.А. Ахмеев

Ведущий инженер отдела 26 УНИИМ –
филиал ФГУП «ВНИИМ
им.Д.И.Менделеева»

 А.М. Шабуров

Зам. начальника отдела метрологии,
сертификации и испытаний
ООО «НПП «Динамика», г. Чебоксары

 Н.В. Курчина

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

Метрологические характеристики устройств

Таблица А.1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Воспроизведение силы переменного тока	
Диапазон воспроизведений силы переменного тока при частоте (50 ± 1) Гц, А	от 0,06 до 6
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведений силы переменного тока, А ¹⁾	$\pm(0,0005 \cdot x + 0,001 \cdot X_k)$
Измерение напряжения переменного тока	
Диапазоны измерений напряжения переменного тока при частоте (50 ± 1) Гц, В	от 0,3 до 3 включ. св. 3 до 30 включ. св. 30 до 300
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений напряжения переменного тока, %	$\pm 0,1$
Измерение электрического сопротивления постоянному току	
Диапазоны измерений электрического сопротивления постоянному току, Ом	от 0,01 до 100 включ. св. 100 до 300
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления постоянному току (в зависимости от диапазона измерений), Ом: - от 0,01 до 100 Ом включ. - св. 100 до 300 Ом	$\pm(0,001 \cdot x + 0,001)$ $\pm(0,005 \cdot x + 0,001)$
Измерение коэффициента трансформации трансформатора тока	
Диапазоны измерений коэффициента трансформации трансформатора тока	от 1 до 1000 включ. св. 1000 до 20000
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений коэффициента трансформации трансформатора тока (в зависимости от диапазона измерений), %: - от 1 до 1000 включ. - св. 1000 до 20000	$\pm 0,05$ $\pm 0,15$
Измерение угла фазового сдвига	
Диапазоны измерений угла фазового сдвига, °	от -180 до -33 от -33 включ. до 33 включ. св. 33 до 180
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига (в зависимости от диапазона измерений), °: - от -180 до -33 - от -33 включ. до 33 включ. - св. 33 до 180	$\pm 0,3$ $\pm 0,05$ $\pm 0,3$
¹⁾ В формуле абсолютной погрешности приняты обозначения: X_k – конечное значение диапазона воспроизведений (измерений); x – воспроизведенное (измеренное) значение.	

Таблица А.2 – Характеристики ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
	метрологическое	интерфейсное
Идентификационное наименование ПО	не ниже 1.0.1	не ниже 1.0.1
Номер версии (идентификационный номер ПО)	-	-
Цифровой идентификатор ПО	-	-

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(рекомендуемое)

Форма протокола проверки устройства РЕТОМ™-ТТ

Наименование СИ _____ Устройство для проверки трансформаторов тока
 Тип СИ _____ РЕТОМ™-ТТ
 Зав. № _____ Дата выпуска: _____ Дата поверки: _____

Причина проведения поверки: _____ первичная, _____ периодическая, _____ после ремонта

Условия проведения поверки: температура окружающего воздуха _____
 относительная влажность воздуха, % _____
 атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) _____

Методика поверки: _____ МП 52-26-2023 _____

Средства поверки: _____

Проверка внешнего вида и опробование: _____ соответствует, _____ не соответствует

Проверка электрического сопротивления защитного соединения: _____ соответствует, _____ не соответствует

Проверка электрической прочности изоляции: _____ соответствует, _____ не соответствует

Подтверждение соответствия программного обеспечения: _____ соответствует, _____ не соответствует

Таблица Б.1 – Напряжение переменного тока

Верхний предел диапазона измерений, В	Проверочная точка, В	Показания эталона, В	Допустимая погрешность δ , %	Показания поверяемого СИ, В		Границы допустимых значений, В	
				W1	W2	нижняя	верхняя
3	0,300		$\pm 0,1$				
3	0,750		$\pm 0,1$				
3	1,500		$\pm 0,1$				
3	2,250		$\pm 0,1$				
3	3,000		$\pm 0,1$				
30	3,000		$\pm 0,1$				
30	7,500		$\pm 0,1$				
30	15,000		$\pm 0,1$				
30	22,500		$\pm 0,1$				
30	30,000		$\pm 0,1$				
300	30,000		$\pm 0,1$				
300	75,000		$\pm 0,1$				
300	150,000		$\pm 0,1$				
300	225,000		$\pm 0,1$				
300	300,000		$\pm 0,1$				

Таблица Б.2 – Сила переменного тока

Верхний предел диапазона измерений, А	Провер. точка, А	Показания эталона, А	Коэффициенты		Показания поверяемого СИ, А	Границы доп. значений, А	
			а	б		нижняя	верхняя
6	0,600		0,0005	0,001			
6	1,500		0,0005	0,001			
6	3,000		0,0005	0,001			
6	4,500		0,0005	0,001			
6	6,000		0,0005	0,001			

Таблица Б.3 – Электрическое сопротивление постоянному току

Провер. точка, Ом	Показания эталона, Ом	Коэффициенты		Показания поверяемого СИ, Ом	Границы доп. значений, Ом	
		а	б		нижняя	верхняя
0,010		0,001	0,001			
0,100		0,001	0,001			
1,000		0,001	0,001			
100,000		0,001	0,001			
300,000		0,005	0,001			

Таблица Б.4 – Коэффициент трансформации ТТ

Провер. точка	Показания эталона (коэф. трансф. ЭИТТ)	Допус. погрешность δ , %	Показания поверяемого СИ	Границы доп. значений	
				нижняя	верхняя
1		$\pm 0,05$			
10		$\pm 0,05$			
20		$\pm 0,05$			
50		$\pm 0,05$			
100		$\pm 0,05$			
1000		$\pm 0,05$			
5000		$\pm 0,15$			
10000		$\pm 0,15$			
20000		$\pm 0,15$			

Таблица Б.5 – Угол фазового сдвига

Провер. точка, градус	Показания эталона, градус	Допус. погрешность Δ , градус	Показания поверяемого СИ, градус	Границы доп. значений, градус	
				нижняя	верхняя
3,00		$\pm 0,05$			
10,00		$\pm 0,05$			
30,00		$\pm 0,05$			
90,00		$\pm 0,3$			
179,00		$\pm 0,3$			
-90,00		$\pm 0,3$			
-1		$\pm 0,05$			

Заключение _____ признано пригодным к применению, _____ признано непригодным к применению

Выдано _____ свидетельство о поверке _____ (извещение о непригодности) № _____

Поверку провел: _____ / _____