

СОГЛАСОВАНО

Технический директор

ООО «НИЦ «ЭНЕРГО»


_____**П. С. Казаков**

«06» 04 2026 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Трансформаторы комбинированные измерительные ЕСІТ-3

Методика поверки

ЕСІТ.265143.003 МП

г. Москва

2026 г.

Содержание

1 Общие положения	3
2 Перечень операций поверки средства измерений.....	3
3 Требования к условиям проведения поверки	4
4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку	4
5 Метрологические и технические требования к средствам поверки.....	4
6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	7
7 Внешний осмотр средства измерений	7
8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	7
9 Проверка программного обеспечения средства измерений.....	8
10 Определение метрологических характеристик средства измерений	9
11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.....	12
12 Оформление результатов поверки.....	14
ПРИЛОЖЕНИЕ А	14
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	15
ПРИЛОЖЕНИЕ В	16

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на трансформаторы комбинированные измерительные ЕСИТ-3 (далее – трансформаторы ЕСИТ-3), изготавливаемые Обществом с ограниченной ответственностью «Инженерный центр «Энергосервис» (ООО «Инженерный центр «Энергосервис»)), и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

1.2 При проведении поверки обеспечивается прослеживаемость трансформатора ЕСИТ-3 к ГЭТ 175-2013 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 07.08.2023 г. № 1554, ГЭТ 152-2023 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 21.07.2023 г. № 1491.

1.3 Поверка трансформатора ЕСИТ-3 должна проводиться в соответствии с требованиями настоящей методики поверки.

1.4 Методы, обеспечивающие реализацию методики поверки, – метод непосредственного сличения, косвенный метод измерений, метод сличения с помощью компаратора.

1.5 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в Приложении А.

1.6 При использовании настоящей методики поверки целесообразно проверить действие ссылочных нормативных документов на актуальность на момент применения методики поверки.

1.7 Если ссылочный нормативный документ заменен (изменен), то при использовании настоящей методики следует руководствоваться заменяющим (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.2
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Нет	9
Определение метрологических характеристик средства измерений	Да	Да	10
Определение относительной погрешности коэффициента масштабного преобразования напряжения (для измерений и для защиты) и абсолютной погрешности	Да	Да	10.1

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
угла фазового сдвига напряжения (для измерений и для защиты)			
Определение относительной токовой погрешности (для измерений и для защиты) и абсолютной угловой погрешности (для измерений и для защиты)	Да	Да	10.2
Определение абсолютной угловой погрешности сдвига фаз между напряжением и током (для измерений и для защиты)	Да	Да	10.3
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды плюс $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$;
- относительная влажность от 30 % до 80 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационную документацию на поверяемые трансформаторы ЕСИТ-3 и средства поверки.

4.2 К проведению поверки допускаются лица, соответствующие требованиям, изложенным в п. 41 Приказа Минэкономразвития России от 26.10.2020 года № 707 «Об утверждении критериев аккредитации и перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации».

4.3 Поверка должна проводиться поверителем, прошедшим инструктаж по технике безопасности и имеющим удостоверение, подтверждающее право работы на электроустановках свыше 1000 В, с квалификационной группой по электробезопасности не ниже III.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Основные средства поверки по напряжению		
п. 8.2 Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Эталоны единицы коэффициента масштабного преобразования и угла фазового сдвига электрического напряжения переменного тока промышленной частоты, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда по государственной	Трансформатор напряжения измерительный лабораторный НЛЛ-3, рег. № 46942-11

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
р. 10 Определение метрологических характеристик	поверочной схеме, утвержденной Приказом Росстандарта от 07.08.2023 г. № 1554. Средства измерений коэффициента масштабного преобразования и угла фазового сдвига напряжения в диапазоне напряжения переменного тока от 1,39 до 24,00 кВ при частоте 50 Гц.	Преобразователи напряжения измерительные высоковольтные емкостные масштабные ПВЕ, модель ПВЕ-35, рег. № 32575-11
	Диапазон измерений напряжения переменного тока в виде цифрового потока мгновенных значений, передаваемых по протоколу, описанному в МЭК 61850-9-2, от 1,39 до 24,00 кВ. Соотношение пределов допускаемой суммарной погрешности эталонных средств измерений коэффициента масштабного преобразования и угла фазового сдвига напряжения при преобразовании напряжения переменного тока и пределов допускаемой погрешности поверяемого средства измерений должно быть не более 1:3.	Прибор электроизмерительный многофункциональный «Энергомонитор-61850», рег. № 73445-18
Основные средства поверки по току		
п. 8.2 Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений) р. 10 Определение метрологических характеристик	Эталоны единицы коэффициента масштабного преобразования синусоидального тока и угла фазового сдвига тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда по государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Росстандарта от 21.07.2023 г. № 1491. Средства измерений коэффициента масштабного преобразования синусоидального тока и угла фазового сдвига тока в диапазоне силы переменного тока от 0,5 до 1250 А при частоте 50 Гц.	Трансформаторы тока измерительные переносные «ТТИП», исполнение «ТТИП-100/5» и исполнение «ТТИП-5000/5», рег. № 39854-08
	Диапазон измерений силы переменного тока в виде цифрового потока мгновенных значений, передаваемых по протоколу, описанному в МЭК 61850-9-2, от 0,5 до 1250 А. Соотношение пределов допускаемой суммарной погрешности эталонных средств измерений коэффициента масштабного преобразования синусоидального тока и угла фазового сдвига тока при преобразовании силы переменного тока и пределов допускаемой погрешности поверяемого средства измерений должно быть не более 1:3	Прибор электроизмерительный многофункциональный «Энергомонитор-61850», рег. № 73445-18

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Вспомогательные средства поверки		
п. 8.2 Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений) р. 10 Определение метрологических характеристик	Средства измерений с диапазоном воспроизведений напряжения переменного тока от 1,39 до 24,00 кВ при частоте 50 Гц, с пределами допускаемой относительной погрешности воспроизведений $\pm 10\%$.	Установка многофункциональная измерительная «СРС 100» (с усилителем), рег. № 77287-20 или Аппарат испытания диэлектриков «АИД-70М», рег. № 34031-12
	Средства измерений с диапазоном воспроизведений силы переменного тока от 0,5 до 1250 А при частоте 50 Гц, с пределами допускаемой относительной погрешности воспроизведений $\pm 10\%$.	Установка многофункциональная измерительная «СРС 100» (с усилителем), рег. № 77287-20 или Источник тока регулируемый «ИТ5000» или Установка измерительная для прогрузки первичным током «РЕТОМ TM -30КА», рег. № 68082-17
	Средства измерений с пределами допускаемой абсолютной погрешности синхронизации формируемой шкалы времени с национальной шкалой времени UTC(SU) по протоколу PTP ± 250 нс.	Блок коррекции времени ЭНКС-2, рег. № 37328-15
п. 8.2 Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений) р. 9 Проверка программного обеспечения средства измерений р. 10 Определение метрологических характеристик	Источники для воспроизведения напряжения постоянного тока 24 В, с пределами допускаемой относительной погрешности воспроизведений $\pm 20\%$.	Источник питания постоянного тока
	Наличие интерфейсов Ethernet и USB; операционная система Windows с установленным программным обеспечением «ES Конфигуратор»*, «SVTest2».	Персональный компьютер
	Поддержка протокола синхронизации PTP, не менее 5 портов.	Коммутатор Ethernet
п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$, с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений не более $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 %, с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений не более $\pm 4\%$; Средства измерений атмосферного давления	Термогигрометры ИВА-6, рег. № 46434-11

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	в диапазоне от 84,0 до 106,7 кПа, с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений не более ± 1 кПа.	
* Программное обеспечение «ES Конфигуратор» доступно для скачивания на сайте https://enip2.ru/support/ .		

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

При проведении поверки и определении прослеживаемости к первичному национальному эталону на территории государств-участников соглашения о взаимном признании результатов испытаний с целью утверждения типа, метрологической аттестации, поверки и калибровки средств измерений, необходимо руководствоваться действующими требованиями национального законодательства.

Для автоматизации процесса проверки метрологических характеристик трансформаторов ЕСИТ-3 применяется программное обеспечение (далее – ПО) «SVTest2» или аналогичное, предназначенное для установки испытательных сигналов на генераторах сигналов, считывания и отображения результатов измерений с эталонного и поверяемого средства измерений, формирования протокола поверки в соответствии с формой в Приложении В.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, установленные ГОСТ 12.3.019-80, «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности, при эксплуатации электроустановок потребителей», «Межотраслевыми правилами по охране труда (правилами безопасности) при эксплуатации электроустановок». Также должны быть соблюдены требования безопасности, изложенные в эксплуатационных документах на поверяемые трансформаторы ЕСИТ-3 и применяемые средства поверки.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Трансформатор ЕСИТ-3 допускается к дальнейшей поверке, если:

- внешний вид трансформатора ЕСИТ-3 соответствует описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- трансформатор ЕСИТ-3 имеет четкую читаемую маркировку;
- отсутствуют видимые дефекты, способные оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки.

Примечание – При выявлении дефектов, способных оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки, устанавливается возможность их устранения до проведения поверки. При наличии возможности устранения дефектов, выявленные дефекты устраняются, и трансформатор ЕСИТ-3 допускается к дальнейшей поверке. При отсутствии возможности устранения дефектов, трансформатор ЕСИТ-3 к дальнейшей поверке не допускается.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- изучить эксплуатационную документацию на поверяемый трансформатор ЕСИТ-3 и на применяемые средства поверки;
- выдержать трансформатор ЕСИТ-3 в условиях окружающей среды, указанных в п. 3.1, не менее 2 ч, если он находился в климатических условиях, отличающихся от указанных в п. 3.1, и подготовить его к работе в соответствии с его эксплуатационной документацией;
- подготовить к работе средства поверки в соответствии с указаниями их эксплуатационной документации.

8.1 Контроль условий поверки

Провести контроль условий поверки на соответствие требованиям, указанным в разделе 3, с помощью оборудования, указанного в таблице 2.

8.2 Опробование трансформатора ЕСИТ-3

Опробование проводить в следующей последовательности:

- на трансформатор ЕСИТ-3 подать питание. Должны засветиться светодиодные индикаторы;
- подключить трансформатор ЕСИТ-3 к персональному компьютеру (далее – ПК) в соответствии с руководством по эксплуатации;
- произвести проверку обмена данными с ПК при помощи ПО, предназначенным для работы с трансформатором ЕСИТ-3. Например, подключиться к трансформатору при помощи ПО «SVTest2» или идентифицировать трансформатор и прочитать настройки при помощи ПО «ES Конфигуратор»;
- на вход трансформатора ЕСИТ-3 подать измерительный сигнал (любое первичное напряжение из диапазона измерений или номинальный первичный ток) при помощи средств поверки, указанных на рисунках Б.1 и Б.2 Приложения Б. Убедиться в наличии выходного сигнала, соответствующего поданному измерительному сигналу.

Трансформатор ЕСИТ-3 допускается к дальнейшей поверке, если при опробовании осуществляется обмен данными между трансформатором ЕСИТ-3 и ПК, подтверждено наличие выходного сигнала, соответствующего поданному измерительному сигналу.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Проверку проводить при помощи ПО «ES Конфигуратор» в следующей последовательности:

- на трансформатор ЕСИТ-3 подать питание;
- подключить трансформатор ЕСИТ-3 к ПК в соответствии с руководством по эксплуатации;
- запустить на ПК ПО «ES Конфигуратор» (ПО можно скачать с сайта производителя <https://enip2.ru/support/software/>);
- для соединения с трансформатором ЕСИТ-3 в появившемся окне ввести пароль (по умолчанию пароль для уровня «Администратор» – «admin») и нажать кнопку «Идентифицировать» (рисунок 1);

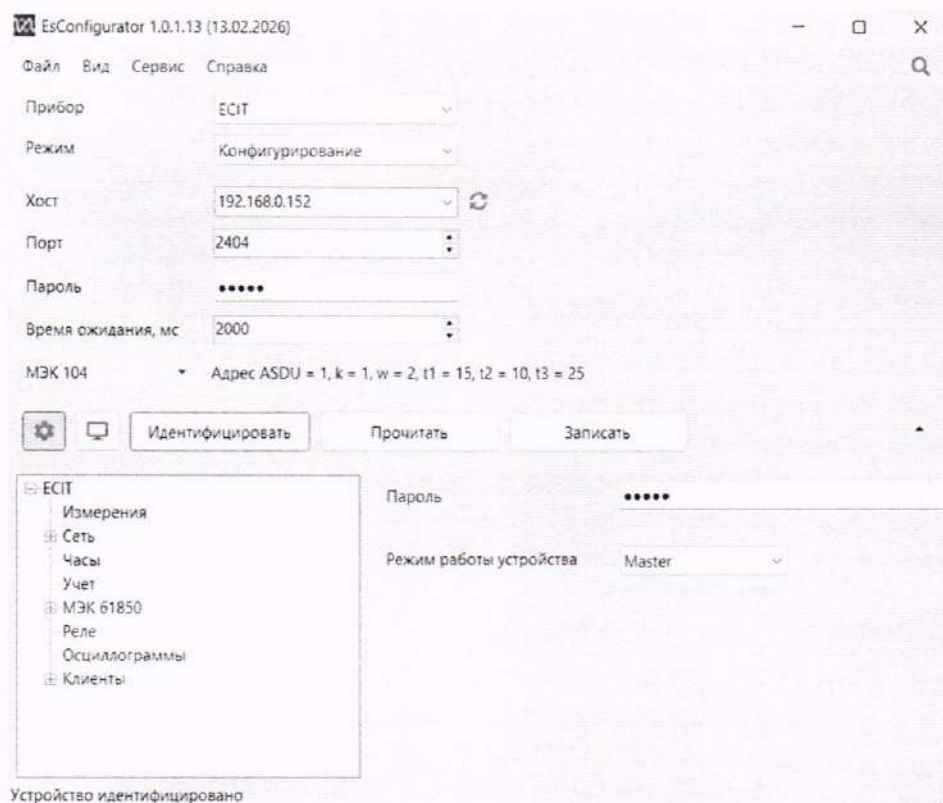


Рисунок 1 – ПО «ES Конфигуратор»

– в появившемся окне считать отображаемый номер версии ПО (рисунок 2) и сравнить его с номером версии ПО, указанным в описании типа.

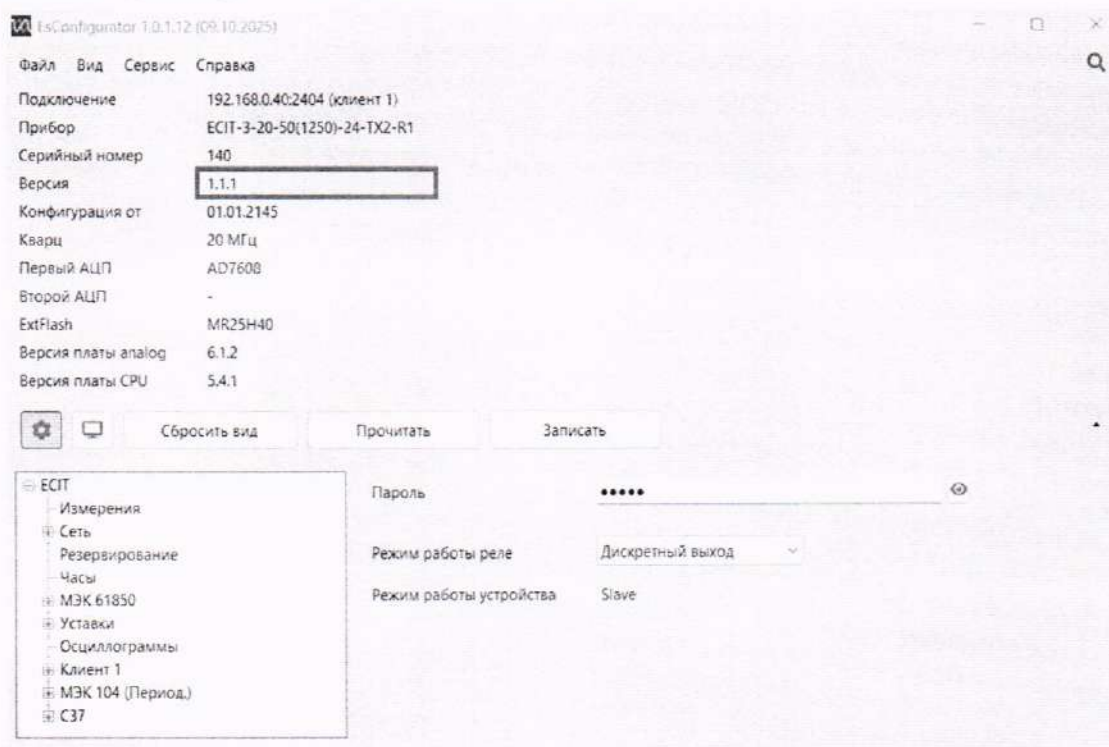


Рисунок 2 – Пример версии ПО СИ в «ES Конфигуратор»

Трансформатор ЕСИТ-3 допускается к дальнейшей поверке, если отображаемый в окне ПО «ES Конфигуратор» номер версии встроенного ПО соответствует требованиям, указанным в описании типа.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Определение относительной погрешности коэффициента масштабного преобразования напряжения (для измерений и для защиты) и абсолютной погрешности угла фазового сдвига напряжения (для измерений и для защиты) проводить при помощи генератора напряжения (далее – Генератор¹⁾), трансформатора напряжения измерительного лабораторного НЛЛ-3 (далее – НЛЛ), преобразователя напряжения измерительного высоковольтного емкостного масштабного ПВЕ, модели ПВЕ-35 (далее – ПВЕ), а также прибора электроизмерительного многофункционального «Энергомонитор – 61850» (далее – Эталон) в следующей последовательности:

- 1) собрать схему, представленную на рисунке Б.1;
- 2) подготовить к работе и включить приборы согласно руководствам по эксплуатации;
- 3) произвести подключение трансформатора ЕСИТ-3 к ПК при помощи ПО, входящего в комплект;
- 4) проверить наличие синхронизации времени блока коррекции времени ЭНКС-2, поверяемого трансформатора ЕСИТ-3 и Эталона;
- 5) при помощи Генератора воспроизвести испытательный сигнал № 1 согласно таблице 3 (при частоте переменного тока 50 Гц):

Таблица 3 – Испытательные сигналы для определения относительной погрешности коэффициента масштабного преобразования напряжения (для измерений и для защиты) и абсолютной погрешности угла фазового сдвига напряжения (для измерений и для защиты)

№	Испытательные сигналы напряжения переменного тока, кВ	
	с классом точности 0,5 для измерений	с классом точности 3Р для защиты
1	1,39	1,39
2	1,73 или 12,70	1,73 или 12,70
3	15,24	24,00
Примечания: 1. Допустимое отклонение напряжения переменного тока фактически генерируемого сигнала от задаваемого значения, указанного в таблице, не должно превышать $\pm 10\%$. 2. Для измерений напряжения переменного тока использовать: – НЛЛ – до 2,4 кВ; – ПВЕ – св. 2,4 кВ.		

6) зафиксировать измеренное Эталонном значение напряжения переменного тока и значение угла фазового сдвига напряжения для преобразованного сигнала от поверяемого трансформатора ЕСИТ-3, а также измеренное Эталонном значение напряжения переменного тока и значение угла фазового сдвига напряжения для преобразованного сигнала от НЛЛ или ПВЕ;

7) рассчитать значения относительной погрешности коэффициента масштабного преобразования напряжения (для измерений и для защиты) и абсолютной погрешности угла фазового сдвига напряжения (для измерений и для защиты) по формулам (1) и (2), приведенным в разделе 11;

8) повторить поочередно п.п. 5)-7) для всех испытательных сигналов для соответствующих классов точности, представленных в таблице 3;

9) результаты занести в протокол поверки, рекомендуемая форма которого приведена в Приложении В (п.п. 4.4.1 – 4.4.2).

¹⁾ В качестве Генератора может применяться установка многофункциональная измерительная «СРС 100» (для воспроизведений значений напряжения переменного тока до 2 кВ без усилителя и до 12 кВ с усилителем) и аппарат испытания диэлектриков «АИД-70М» (для воспроизведений значений напряжения переменного тока св. 2 кВ).

10.2 Определение относительной токовой погрешности (для измерений и для защиты) и абсолютной угловой погрешности (для измерений и для защиты) проводить при помощи генератора силы переменного тока (далее – Генератор¹⁾), трансформаторов тока измерительных переносных «ТТИП», исполнений «ТТИП-5000/5» и «ТТИП-100/5» (далее – ТТИП), а также прибора электроизмерительного многофункционального «Энергомонитор – 61850» (далее – Эталон) и в следующей последовательности:

- 1) собрать схему, представленную на рисунке Б.2;
- 2) подготовить к работе и включить приборы согласно руководствам по эксплуатации;
- 3) произвести подключение трансформатора ЕСИТ-3 к ПК при помощи ПО, входящего в комплект;
- 4) проверить наличие синхронизации времени блока коррекции времени ЭНКС-2, поверяемого трансформатора ЕСИТ-3 и Эталона;
- 5) при помощи Генератора воспроизвести сигнал № 1 согласно таблице 4 (при частоте переменного тока 50 Гц):

Таблица 4 – Испытательные сигналы для определения относительной токовой погрешности (для измерений и для защиты) и абсолютной угловой погрешности (для измерений и для защиты)

№	Испытательные сигналы силы переменного тока, А	
	с классом точности 0,5S для измерений	с классом точности 5PR для защиты
1	0,5	50
2	2,5	-
3	10	-
4	50	-
5	60	-
6	1250	-

Примечания:

1. Допустимое отклонение силы переменного тока фактически генерируемого сигнала от задаваемого значения, указанного в таблице, не должно превышать $\pm 10\%$.
2. Для измерений силы переменного тока использовать:
 - ТТИП исполнения «ТТИП-100/5» – от 0,5 до 60 А;
 - ТТИП исполнения «ТТИП-5000/5» – 1250 А.

6) зафиксировать измеренное Эталонном значение силы переменного тока и значение угла фазового сдвига для преобразованного сигнала от поверяемого трансформатора ЕСИТ-3, а также из измеренное Эталонном значение силы переменного тока и значение угла фазового сдвига для преобразованного сигнала от ТТИП;

7) рассчитать значения относительной токовой погрешности (для измерений и для защиты) и абсолютной угловой погрешности (для измерений и для защиты) по формулам (3) и (4), приведенным в разделе 11;

8) повторить п.п. 5)-7) для всех испытательных сигналов для соответствующих классов точности, представленных в таблице 4;

9) результаты занести в протокол поверки, рекомендуемая форма которого приведена в Приложении В (п.п. 4.5.1 – 4.5.2).

¹⁾ В качестве Генератора может применять установка многофункциональная измерительная «СРС 100» (для воспроизведений значений силы переменного тока до 60 А без усилителя и св. 60 А с усилителем), или источник тока регулируемый «ИТ5000», или установка измерительная для загрузки первичным током «РЕТОМTM-30КА».

10.3 Определение абсолютной угловой погрешности сдвига фаз между напряжением и током (для измерений и для защиты) проводить в следующей последовательности:

1) рассчитать значения абсолютной угловой погрешности сдвига фаз между напряжением и током для всех комбинаций угловых погрешностей, полученных в п.п. 10.1 (для измерений) и 10.2 (для защиты) по формуле (5), приведенной в разделе 11;

2) результаты занести в протокол поверки, рекомендуемая форма которого приведена в Приложении В (п.п. 4.6.1 – 4.6.2).

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Определение относительной погрешности коэффициента масштабного преобразования напряжения (для измерений и для защиты) δK_U , %:

$$\delta K_U = \frac{U_{изм} - U_{э} \cdot K_{Uэ}}{U_{э} \cdot K_{Uэ}} \cdot 100, \quad (1)$$

где $U_{изм}$ – измеренное Эталонном значение напряжения переменного тока для преобразованного сигнала от поверяемого трансформатора ЕСИТ-3, В;

$U_{э}$ – измеренное Эталонном значение напряжения переменного тока для преобразованного сигнала от ПВЕ или НЛЛ, В;

$K_{Uэ}$ – значение коэффициента масштабного преобразования напряжения переменного тока, установленное на ПВЕ (значение коэффициента масштабного преобразования напряжения переменного тока НЛЛ).

11.2 Определение абсолютной погрешности угла фазового сдвига напряжения (для измерений и для защиты) $\Delta\varphi_U$, ':

$$\Delta\varphi_U = \varphi_{Uизм} - \varphi_{Uэ}, \quad (2)$$

где $\varphi_{Uизм}$ – измеренное Эталонном значение угла фазового сдвига напряжения для преобразованного сигнала от поверяемого трансформатора ЕСИТ-3, ';

$\varphi_{Uэ}$ – измеренное Эталонном значение угла фазового сдвига напряжения для преобразованного сигнала от ПВЕ или НЛЛ, '.

11.3 Определение относительной токовой погрешности (для измерений и для защиты) δK_I , %:

$$\delta K_I = \frac{I_{изм} - I_{э} \cdot K_{Iэ}}{I_{э} \cdot K_{Iэ}} \cdot 100, \quad (3)$$

где $I_{изм}$ – измеренное Эталонном значение силы переменного тока для преобразованного сигнала от поверяемого трансформатора ЕСИТ-3, А;

$I_{э}$ – измеренное Эталонном значение силы переменного тока для преобразованного сигнала от ТТИП, А;

$K_{Iэ}$ – значение коэффициента масштабного преобразования силы переменного тока ТТИП.

11.4 Определение абсолютной угловой погрешности (для измерений и для защиты) $\Delta\varphi_I$, ':

$$\Delta\varphi_I = \varphi_{Iизм} - \varphi_{Iэ}, \quad (4)$$

где $\varphi_{Iизм}$ – измеренное Эталонном значение угла фазового сдвига для преобразованного сигнала от поверяемого трансформатора ЕСИТ-3, ';

$\varphi_{Iэ}$ – измеренное Эталонном значение угла фазового сдвига для преобразованного сигнала от ТТИП, '.

11.5 Определение абсолютной угловой погрешности сдвига фаз между напряжением и током (для измерений и для защиты) $\Delta\varphi_{UI}, ^\circ$:

$$\Delta\varphi_{UI} = \Delta\varphi_U - \Delta\varphi_I, \quad (5)$$

где $\Delta\varphi_U$ – значение абсолютной погрешности угла фазового сдвига напряжения (для измерений и для защиты), рассчитанное по формуле (2), $^\circ$;

$\Delta\varphi_I$ – значение абсолютной угловой погрешности (для измерений и для защиты), рассчитанное по формуле (4), $^\circ$.

Трансформатор ЕСИТ-3 подтверждает соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, если полученные значения погрешностей не превышают пределов, указанных в таблицах 5 – 6 и таблицы А.1 Приложения А.

Таблица 5 – Пределы допускаемой относительной погрешности коэффициента масштабного преобразования напряжения (для измерений и для защиты) и абсолютной погрешности угла фазового сдвига напряжения (для измерений и для защиты)

№	Испытательные сигналы напряжения переменного тока, кВ	Пределы допускаемой относительной погрешности коэффициента масштабного преобразования напряжения переменного тока, $\delta K_U, \%$	Пределы допускаемой абсолютной погрешности угла фазового сдвига напряжения переменного тока, $\Delta\varphi_U, ^\circ$
с классом точности 0,5 для измерений			
1	1,39	$\pm 0,5$	± 20
2	1,73 или 12,70	$\pm 0,5$	± 20
3	15,24	$\pm 0,5$	± 20
с классом точности 3Р для защиты			
4	1,39	± 3	± 120
5	1,73 или 12,70	± 3	± 120
6	24,00	± 3	± 120

Таблица 6 – Пределы допускаемой относительной токовой погрешности (для измерений и для защиты) и абсолютной угловой погрешности (для измерений и для защиты)

№	Испытательные сигналы силы переменного тока, А	Пределы допускаемой относительной токовой погрешности, $\delta K_I, \%$	Пределы допускаемой абсолютной угловой погрешности, $\Delta\varphi_I, ^\circ$
с классом точности 0,5S для измерений			
1	0,5	$\pm 1,5$	± 90
2	2,5	$\pm 0,75$	± 45
3	10	$\pm 0,5$	± 30
4	50	$\pm 0,5$	± 30
5	60	$\pm 0,5$	± 30
6	1250	$\pm 0,5$	± 30
с классом точности 5PR для защиты			
7	50	± 1	± 60

При невыполнении любого из вышеперечисленных условий (когда трансформатор ЕСИТ-3 не подтверждает соответствие метрологическим требованиям), поверку трансформатора ЕСИТ-3 прекращают, результаты поверки признают отрицательными.

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Результаты поверки трансформатора ЕСІТ-3 подтверждаются сведениями, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком, установленным действующим законодательством.

12.2 По заявлению владельца трансформатора ЕСІТ-3 или лица, представившего его на поверку, положительные результаты поверки (когда трансформатор ЕСІТ-3 подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют свидетельством о поверке по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством, и (или) нанесением на трансформатор ЕСІТ-3 знака поверки, и (или) внесением в паспорт трансформатора ЕСІТ-3 записи о проведенной поверке, заверяемой подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

12.3 По заявлению владельца трансформатора ЕСІТ-3 или лица, представившего его на поверку, отрицательные результаты поверки (когда трансформатор ЕСІТ-3 не подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют извещением о непригодности к применению средства измерений по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством.

12.4 Протоколы поверки трансформатора ЕСІТ-3 оформляются по форме, приведенной в Приложении В.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Основные метрологические характеристики трансформаторов ЕСИТ-3

Таблица А.1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон номинального напряжения переменного тока $U_{\text{ном}}$, В	от $3000/\sqrt{3}$ до $22000/\sqrt{3}$
Класс точности по напряжению для измерений (в диапазоне от $0,8 \cdot U_{\text{ном}}$ до $1,2 \cdot U_{\text{ном}}$) по ГОСТ Р МЭК 60044-7-2010	0,5
Номинальный коэффициент перенапряжения F_v по ГОСТ Р МЭК 60044-7-2010	1,9 ¹⁾
Класс точности по напряжению для защиты (в диапазоне от $0,02 \cdot U_{\text{ном}}$ до $1,9 \cdot U_{\text{ном}}$) по ГОСТ Р МЭК 60044-7-2010	3P
Номинальный первичный ток $I_{\text{ном}}$, А	50
Номинальный коэффициент превышения первичного тока $K_{\text{рег}}$	25
Номинальный расширенный первичный ток $I_{\text{рег}}$, А	1250
Класс точности по току для измерений (в диапазоне от $0,01 \cdot I_{\text{ном}}$ до $25 \cdot I_{\text{ном}}$) по ГОСТ Р МЭК 61869-2-2015	0,5S
Номинальный коэффициент предельной кратности K_{ssc}	500 ²⁾
Класс точности по току для защиты (в диапазоне от $I_{\text{ном}}$ до $500 \cdot I_{\text{ном}}$) по ГОСТ Р МЭК 61869-2-2015	5PR
Пределы допускаемой абсолютной угловой погрешности сдвига фаз между напряжением и током (для измерений), °	± 45 при $0,01 \cdot I_{\text{ном}} \leq I < 0,05 \cdot I_{\text{ном}}$ при $0,8 \cdot U_{\text{ном}} \leq U \leq 1,2 \cdot U_{\text{ном}}$ ± 20 при $0,05 \cdot I_{\text{ном}} \leq I < 0,2 \cdot I_{\text{ном}}$ при $0,8 \cdot U_{\text{ном}} \leq U \leq 1,2 \cdot U_{\text{ном}}$ ± 15 при $0,2 \cdot I_{\text{ном}} \leq I \leq 25 \cdot I_{\text{ном}}$ при $0,8 \cdot U_{\text{ном}} \leq U \leq 1,2 \cdot U_{\text{ном}}$
Пределы допускаемой абсолютной угловой погрешности сдвига фаз между напряжением и током (для защиты), °	± 30 при $I_{\text{ном}} \leq I \leq 500 \cdot I_{\text{ном}}$ ²⁾ при $0,02 \cdot U_{\text{ном}} \leq U \leq 1,9 \cdot U_{\text{ном}}$
¹⁾ Коэффициент перенапряжения F_v по ГОСТ Р МЭК 60044-7-2010 при 8-ми часовом воздействии.	
²⁾ Длительность зависит от значения силы переменного тока. При $500 \cdot I_{\text{ном}}$ длительность не более 3 с.	

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Схемы подключения трансформаторов ЕСИТ-3

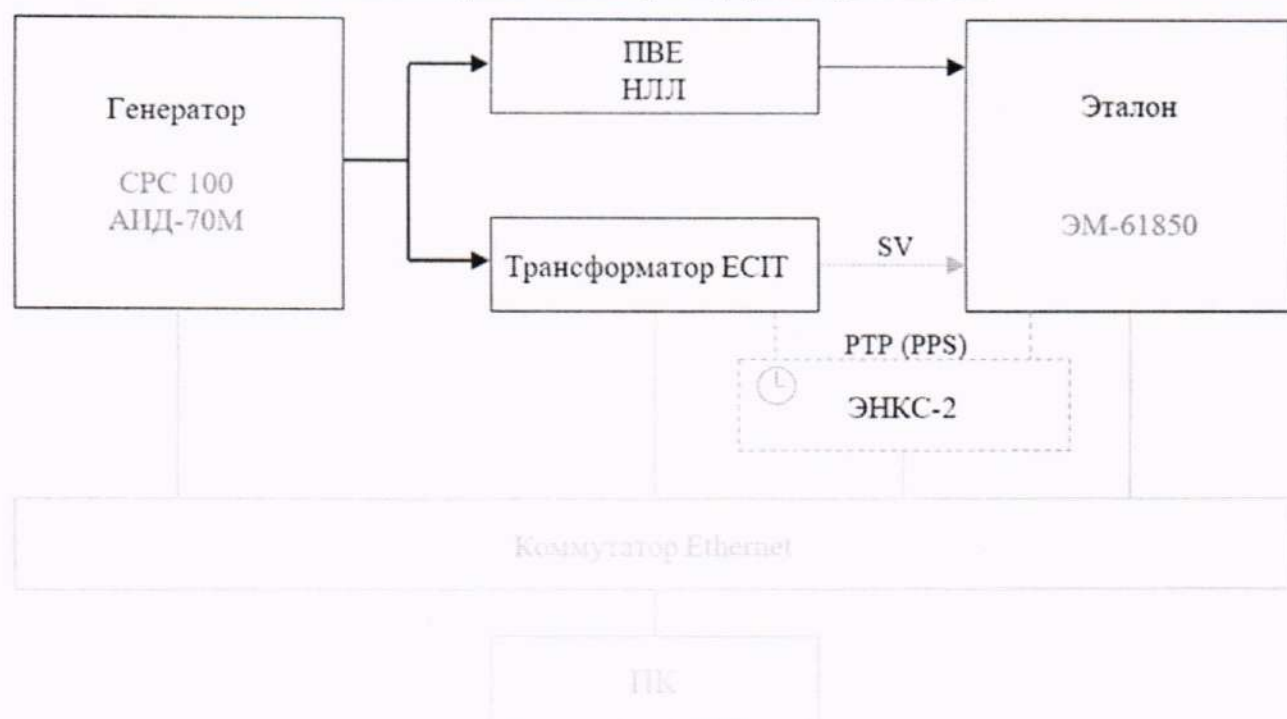


Рисунок Б.1 – Схема подключения при определении погрешностей по напряжению

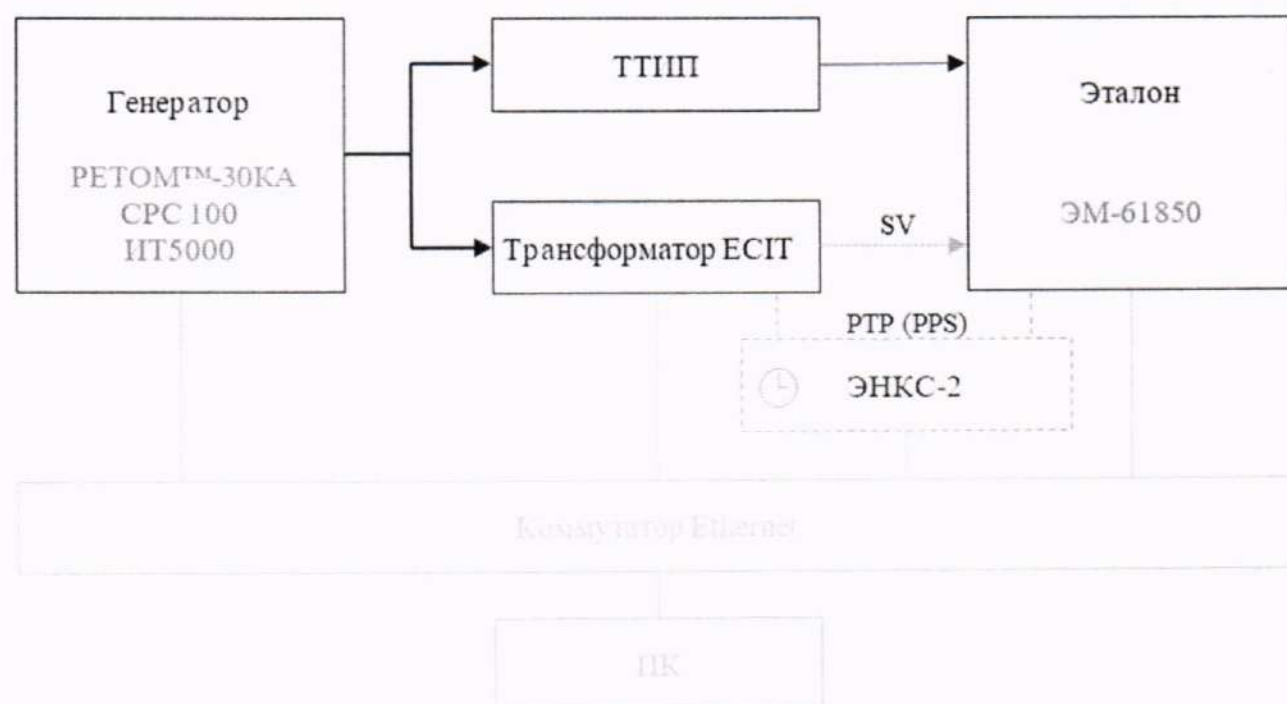


Рисунок Б.2 – Схема подключения при определении погрешностей по току

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(Рекомендуемая форма)

Протокол

поверки трансформатора комбинированного измерительного ЕСИТ-3
от «__» _____ 202_ г.

1 Поверяемое средство измерений:

ЕСИТ-3-_____

Заводской номер _____

Год выпуска _____

Методика поверки _____

Номинальный ток, А _____

50

Расширенный номинальный ток, А _____

1250

Номинальное напряжение, кВ _____

от $3000/\sqrt{3}$ до $22000/\sqrt{3}$

Класс точности	Для измерений	Для защиты
По напряжению	0,5	3P
По току	0,5S	5PR

2 Эталонное оборудование:

_____ зав. № _____;

3 Условия поверки:

Температура окружающей среды: _____

Относительная влажность воздуха: _____

Атмосферное давление: _____

4 Результаты поверки:

4.1 Внешний осмотр

соответствует/не соответствует

4.2 Опробование

соответствует/не соответствует

4.3 Идентификация программного обеспечения

соответствует/не соответствует

4.4 Определение погрешности по напряжению

4.4.1 Измерительный канал для измерений

соответствует/не соответствует

4.4.2 Измерительный канал для защиты

соответствует/не соответствует

4.5 Определение погрешности по току

4.5.1 Измерительный канал для измерений

соответствует/не соответствует

4.5.2 Измерительный канал для защиты

соответствует/не соответствует

4.6 Определение абсолютной угловой погрешности фазового сдвига между фазным напряжением и током

4.6.1 Измерительный канал для измерений

соответствует/не соответствует

4.6.2 Измерительный канал для защиты

соответствует/не соответствует

4.4 Определение погрешности по напряжению

4.4.1 Измерительный канал

№	U , В	$U_{\text{эт}}$, В	$U_{\text{пов}}$, В	δK_U , %	Допуск, δK_U , %	$\varphi_{U_{\text{эт}}}$, °	$\varphi_{U_{\text{пов}}}$, °	$\Delta\varphi_U$, '	Допуск, $\Delta\varphi_U$, '
1	1,39				$\pm 0,5$				± 20
2	1,73 или 12,70				$\pm 0,5$				± 20
3	15,24				$\pm 0,5$				± 20

Вывод: **соответствует/не соответствует**

4.4.2 Защитный канал

№	U , В	$U_{\text{эт}}$, В	$U_{\text{пов}}$, В	δK_U , %	Допуск, δK_U , %	$\varphi_{U_{\text{эт}}}$, °	$\varphi_{U_{\text{пов}}}$, °	$\Delta\varphi_U$, '	Допуск, $\Delta\varphi_U$, '
1	1,39				± 3				± 120
2	1,73 или 12,70				± 3				± 120
3	24,00				± 3				± 120

Вывод: **соответствует/не соответствует**

4.5 Определение погрешности по току

4.5.1 Измерительный канал

№	I , А	$I_{\text{эт}}$, А	$I_{\text{пов}}$, А	δK_I , %	Допуск, δK_I , %	$\varphi_{I_{\text{эт}}}$, °	$\varphi_{I_{\text{пов}}}$, °	$\Delta\varphi_I$, '	Допуск, $\Delta\varphi_I$, '
1	0,5				$\pm 1,5$				± 90
2	2,5				$\pm 0,75$				± 45
3	10				$\pm 0,5$				± 30
4	50				$\pm 0,5$				± 30
5	60				$\pm 0,5$				± 30
6	1250				$\pm 0,5$				± 30

Вывод: **соответствует/не соответствует**

4.5.2 Защитный канал

№	I , А	$I_{\text{эт}}$, А	$I_{\text{пов}}$, А	δK_I , %	Допуск, δK_I , %	$\varphi_{I_{\text{эт}}}$, °	$\varphi_{I_{\text{пов}}}$, °	$\Delta\varphi_I$, '	Допуск, $\Delta\varphi_I$, '
1	50				± 1				± 60

Вывод: **соответствует/не соответствует**

4.6 Определение абсолютной угловой погрешности фазового сдвига между фазным напряжением и током

4.6.1 Измерительный канал

№			$\Delta\varphi_U, ' \text{ при } U, \text{ кВ}$			Допуск, $\Delta\varphi_{UI}, '$
			1,39	1,73 или 12,70	15,24	
	$I, \text{ А}$	$\Delta\varphi_I, '$				
1	0,5					± 45
2	2,5					± 20
3	10					± 20
4	50					± 15
5	60					± 15
6	1250					± 15

Вывод: **соответствует/не соответствует**

4.6.2 Защитный канал

№			$\Delta\varphi_U, ' \text{ при } U, \text{ кВ}$			Допуск, $\Delta\varphi_{UI}, '$
			1,39	1,73 или 12,70	24,00	
	$I, \text{ А}$	$\Delta\varphi_I, '$				
1	50					± 30

Вывод: **соответствует/не соответствует**

Результат:

По результатам поверки трансформатор комбинированный измерительный ЕСИТ-3 признан годным к применению, соответствует техническим условиям ТУ 26.51.43-016-53329198-21.

«__» _____ 202__ г.
дата

подпись поверителя