

СОГЛАСОВАНО

**Технический директор
ООО «НИЦ «ЭНЕРГО»**

_____ П. С. Казаков

_____ 2024 г.



**Государственная система обеспечения единства измерений
Трансформаторы комбинированные измерительные ЕСИТ-1
Методика поверки
ЕСИТ.265143.001 МП**

г. Москва
2024 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.....	11
12 Оформление результатов поверки.....	12
ПРИЛОЖЕНИЕ А	14
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	16
ПРИЛОЖЕНИЕ В	17

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на трансформаторы комбинированные измерительные ЕСИТ-1 (далее – трансформаторы ЕСИТ-1), 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 должна обеспечиваться прослеживаемость трансформатора ЕСИТ-1 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-1 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.

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	первичной поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
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 угла фазового сдвига напряжения (для измерений и для защиты)	Да	Да	10.1
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 то-	Да	Да	10.3

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	первичной поверке	
ком (для измерений и для защиты)			
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 ± 5) °С;
- 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-1 и средства поверки.

4.2 К проведению поверки допускаются лица, соответствующие требованиям, изложенным в статье 41 Приказа Минэкономразвития России от 26.10.2020 года № 707 (ред. от 30.12.2020 года) «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) р. 10 Определение метрологических характеристик	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 Приказу 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 17,50 кВ при частоте 50 Гц. Диапазон измерений напряжения переменного тока в виде цифрового потока мгновенных значений, передаваемых по протоколу, описанному в МЭК 61850-9-2, от 1,39 до	Трансформатор напряжения измерительный лабораторный НЛЛ-3, рег. № 46942-11 Преобразователи напряжения измерительные высоковольтные емкостные масштабные ПВЕ, модель ПВЕ-35, рег. № 32575-11 Прибор электроизмерительный многофункциональный «Энергомонитор-61850»,

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	17,50 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.	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	<p>Эталоны единицы коэффициента масштабного преобразования синусоидального тока и угла фазового сдвига тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда по Приказу Росстандарта от 21.07.2023 г. № 1491.</p> <p>Средства измерений коэффициента масштабного преобразования синусоидального тока и угла фазового сдвига тока в диапазоне силы переменного тока от 0,5 до 1000 А при частоте 50 Гц.</p> <p>Диапазон измерений силы переменного тока в виде цифрового потока мгновенных значений, передаваемых по протоколу, описанному в МЭК 61850-9-2, от 0,5 до 1000 А.</p> <p>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.</p>	<p>Трансформаторы тока измерительные переносные «ГТИП», исполнение «ГТИП-100/5» и исполнение «ГТИП-5000/5», рег. № 39854-08</p> <p>Прибор электроизмерительный многофункциональный «Энергомонитор-61850», рег. № 73445-18</p>
Вспомогательные средства поверки		
п. 8.2 Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений) р. 10 Определение метрологических характеристик	<p>Средства измерений с диапазоном воспроизведения напряжения переменного тока от 1,39 до 17,50 кВ при частоте 50 Гц, с пределами допускаемой относительной погрешности воспроизведений $\pm 10\%$.</p> <p>Средства измерений с диапазоном воспроизведения силы переменного тока от 0,5 до 1000 А при частоте 50 Гц, с пределами допускаемой относительной погрешности воспроизведений $\pm 10\%$.</p>	<p>Установка многофункциональная измерительная «СРС 100» (с усилителем), рег. № 77287-20 или Аппарат испытания диэлектриков «АИД-70М», рег. № 34031-12</p> <p>Установка многофункциональная измерительная «СРС 100» (с усилителем), рег. № 77287-20 или Источник тока регулируемый «ИТ5000» или</p>

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
		Установка измерительная для прогрузки первичным током «РЕТОМ™-30КА», рег. № 68082-17
<p>п. 8.2 Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)</p> <p>р. 9 Проверка программного обеспечения средства измерений</p> <p>р. 10 Определение метрологических характеристик</p>	<p>Источники для воспроизведения напряжения постоянного тока 24 В, с пределами допускаемой относительной погрешности воспроизведений $\pm 20\%$.</p> <p>Наличие интерфейсов Ethernet и USB; операционная система Windows с установленным программным обеспечением «ES Конфигуратор»*, «SVTest2».</p> <p>Поддержка протокола синхронизации PTP, не менее 5 портов.</p>	<p>Блок коррекции времени ЭНКС-2, рег. № 37328-15</p> <p>Источник питания постоянного тока</p> <p>Персональный компьютер</p> <p>Коммутатор Ethernet</p>
<p>п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)</p>	<p>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 $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$;</p> <p>Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30% до 80%, с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений не более $\pm 4\%$;</p> <p>Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от $84,0$ до $106,7$ кПа, с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений не более ± 1 кПа.</p>	<p>Термогигрометры ИВА-6, рег. № 46434-11</p>
<p>* Программное обеспечение «ES Конфигуратор» доступно для скачивания на сайте https://enip2.ru/support/.</p>		

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.

Для автоматизации процесса проверки метрологических характеристик трансформаторов ЕСИТ-1 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-1 и применяемые средства поверки.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Трансформатор ЕСИТ-1 допускается к дальнейшей поверке, если:

- внешний вид трансформатора ЕСИТ-1 соответствует описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- трансформатор ЕСИТ-1 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-1 допускается к дальнейшей поверке. При отсутствии возможности устранения дефектов, трансформатор ЕСИТ-1 к дальнейшей поверке не допускается.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- изучить эксплуатационную документацию на поверяемый трансформатор ЕСИТ-1 и на применяемые средства поверки;
- выдержать трансформатор ЕСИТ-1 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;
- провести контроль условий поверки на соответствие требованиям, указанным в разделе 3, с помощью оборудования, указанного в таблице 2.

8.2 Опробование трансформатора ЕСИТ-1

Опробование проводить в следующей последовательности:

- на трансформатор ЕСИТ-1 подать питание. Должны засветиться светодиодные индикаторы;
- подключить трансформатор ЕСИТ-1 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-1. Например, подключиться к трансформатору при помощи ПО «SVTest2» или идентифицировать трансформатор и прочитать настройки при помощи ПО «ES Конфигуратор»;
- на вход трансформатора ЕСИТ-1 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-1 допускается к дальнейшей поверке, если при опробовании осуществляется обмен данными между трансформатором ЕСИТ-1 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-1 подать питание;
- подключить трансформатор ЕСИТ-1 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-1 в появившемся окне ввести пароль (по умолчанию пароль для уровня «Администратор» – «admin») и нажать кнопку «Идентифицировать» (рисунок 1);

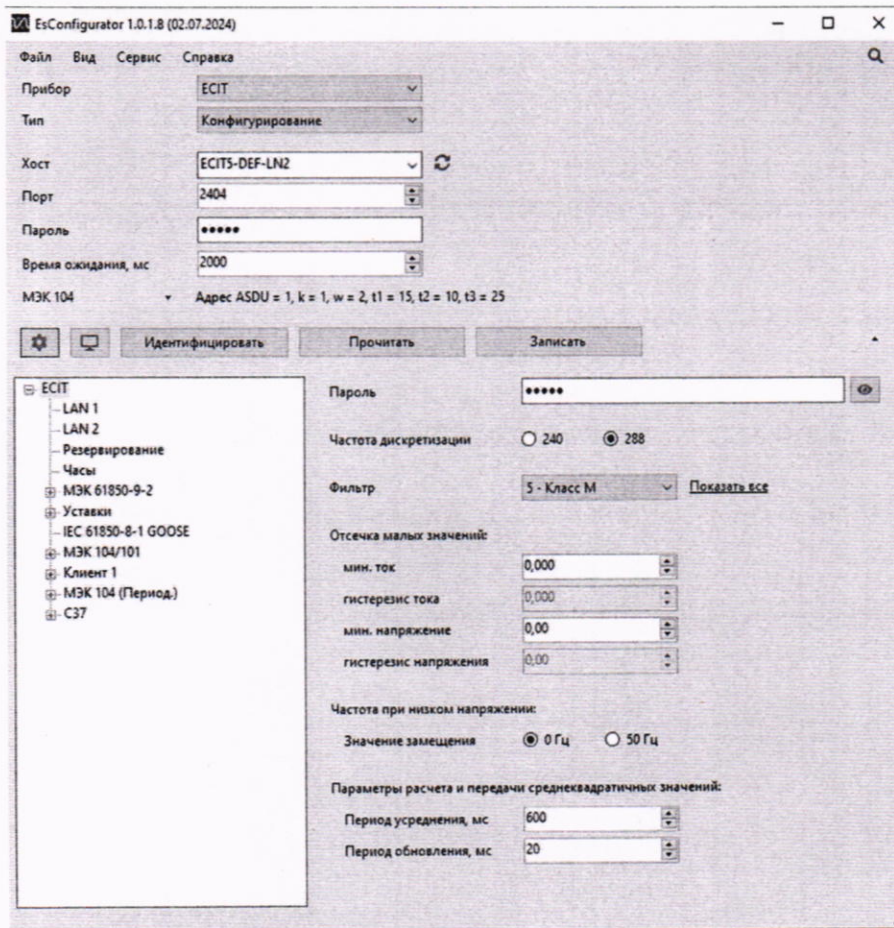


Рисунок 1 – ПО «ES Конфигуратор»

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

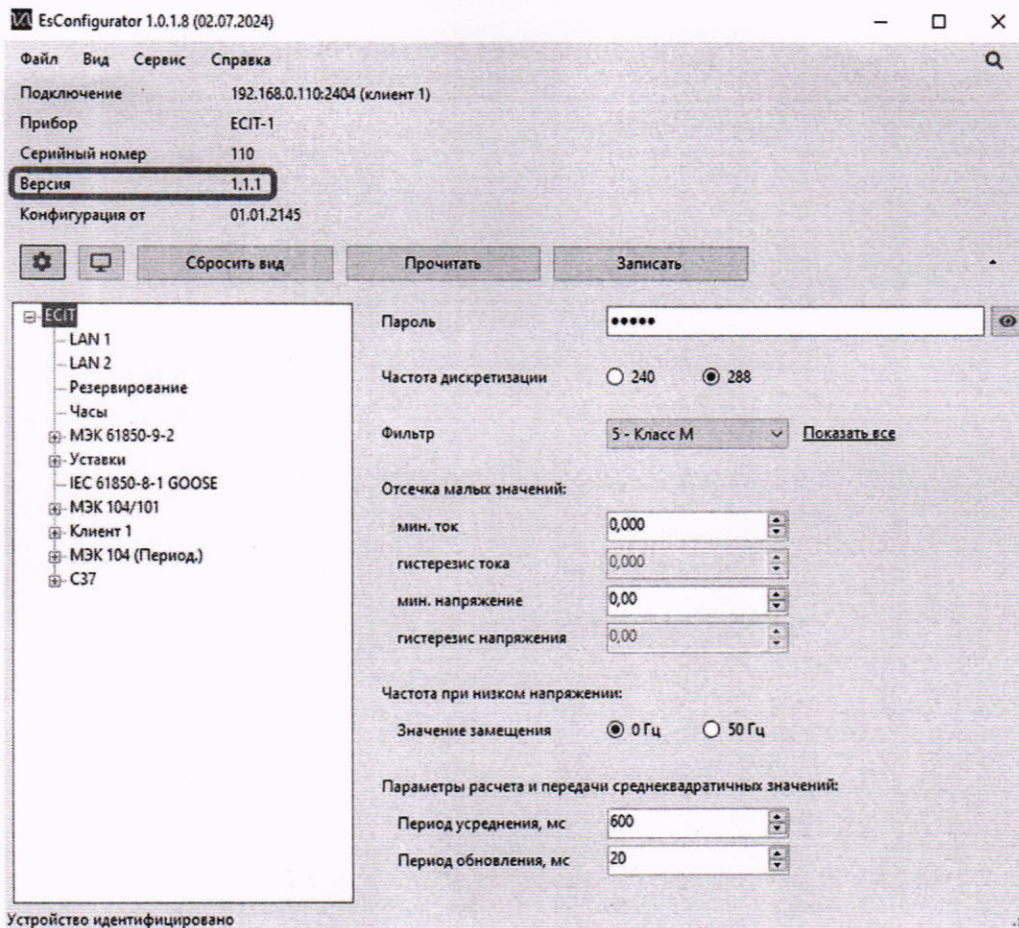


Рисунок 2 – Пример версии ПО СИ в «ES Конфигуратор»

Трансформатор ECIT-1 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 multifunctional «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 ECIT-1 к ПК при помощи ПО, входящего в комплект;
- 4) проверить наличие синхронизации времени блока коррекции времени ЭНКС-2, поверяемого трансформатора ECIT-1 и Эталона;

¹⁾ В качестве Генератора может применяться установка multifunctional 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).

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 9,25	1,73 или 9,25
3	11,00	17,50

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 Эталоном значение напряжения переменного тока и значение угла фазового сдвига напряжения для преобразованного сигнала от поверяемого трансформатора ЕСИТ-1, а также измеренное Эталоном 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).

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-1 к ПК при помощи ПО, входящего в комплект;

4) проверить наличие синхронизации времени блока коррекции времени ЭНКС-2, поверяемого трансформатора ЕСИТ-1 и Эталона;

5) при помощи Генератора воспроизвести сигнал № 1 согласно таблице 4 (при частоте переменного тока 50 Гц):

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 прогрузки ки первичным током «РЕТОМTM-30КА».

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	1000	-

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» – 1000 А.

б) зафиксировать измеренное Эталонном значение силы переменного тока и значение угла фазового сдвига для преобразованного сигнала от поверяемого трансформатора ЕСІТ-1, 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).

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) $\delta K_U, \%$:

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

где $U_{изм}$ – измеренное Эталонном значение напряжения переменного тока для преобразованного сигнала от поверяемого трансформатора ЕСІТ-1, 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) $\Delta\varphi_U, '$:

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

где $\varphi_{U_{изм}}$ – измеренное Эталонном значение угла фазового сдвига напряжения для преобразованного сигнала от поверяемого трансформатора ЕСИТ-1, ';

$\varphi_{Uэ}$ – 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) $\delta K_I, \%$:

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

где $I_{изм}$ – измеренное Эталонном значение силы переменного тока для преобразованного сигнала от поверяемого трансформатора ЕСИТ-1, А;

$Iэ$ – 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) $\Delta\varphi_I, '$:

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

где $\varphi_{I_{изм}}$ – измеренное Эталонном значение угла фазового сдвига для преобразованного сигнала от поверяемого трансформатора ЕСИТ-1, ';

$\varphi_{Iэ}$ – 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) $\Delta\varphi_{UI}, '$:

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

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

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

Трансформатор ЕСИТ-1 подтверждает соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, если полученные значения погрешностей не превышают пределов, указанных в таблице А.1 Приложения А.

При невыполнении любого из вышеперечисленных условий (когда трансформатор ЕСИТ-1 не подтверждает соответствие метрологическим требованиям), поверку трансформатора ЕСИТ-1 прекращают, результаты поверки признают отрицательными.

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Результаты поверки трансформатора ЕСИТ-1 подтверждаются сведениями, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком, установленным действующим законодательством.

12.2 По заявлению владельца трансформатора ЕСИТ-1 или лица, представившего его на поверку, положительные результаты поверки (когда трансформатор ЕСИТ-1 подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют свидетельством о поверке по фор-

ме, установленной в соответствии с действующим законодательством, и (или) нанесением на трансформатор ЕСІТ-1 знака поверки, и (или) внесением в паспорт трансформатора ЕСІТ-1 записи о проведенной поверке, заверяемой подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

12.3 По заявлению владельца трансформатора ЕСІТ-1 или лица, представившего его на поверку, отрицательные результаты поверки (когда трансформатор ЕСІТ-1 не подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют извещением о непригодности к применению средства измерений по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством.

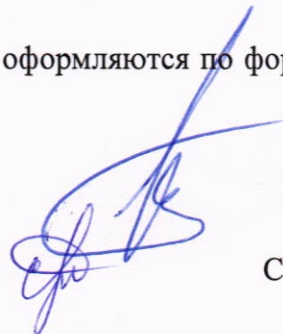
12.4 Протоколы поверки трансформатора ЕСІТ-1 оформляются по форме, приведенной в Приложении В.

Технический директор ООО «НИЦ «ЭНЕРГО»

П. С. Казаков

Ведущий инженер ООО «НИЦ «ЭНЕРГО»

С. Р. Гиоргадзе



ПРИЛОЖЕНИЕ А

Основные метрологические характеристики трансформаторов ЕСІТ-1

Таблица А.1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон номинального напряжения переменного тока $U_{\text{НОМ}}$, В	от $3000/\sqrt{3}$ до $16000/\sqrt{3}$
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
Пределы допускаемой относительной погрешности коэффициента масштабного преобразования напряжения (для измерений), %	$\pm 0,5$ при $0,8 \cdot U_{\text{НОМ}} \leq U \leq 1,2 \cdot U_{\text{НОМ}}$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности угла фазового сдвига напряжения (для измерений), '	± 20 при $0,8 \cdot U_{\text{НОМ}} \leq U \leq 1,2 \cdot U_{\text{НОМ}}$
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
Пределы допускаемой относительной погрешности коэффициента масштабного преобразования напряжения (для защиты), %	± 3 при $0,02 \cdot U_{\text{НОМ}} \leq U \leq 1,9 \cdot U_{\text{НОМ}}$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности угла фазового сдвига напряжения (для защиты), '	± 120 при $0,02 \cdot U_{\text{НОМ}} \leq U \leq 1,9 \cdot U_{\text{НОМ}}$
Номинальный первичный ток $I_{\text{НОМ}}$, А	50
Номинальный коэффициент превышения первичного тока $K_{\text{рст}}$	20
Номинальный расширенный первичный ток $I_{\text{рст}}$, А	1000
Класс точности по току для измерений (в диапазоне от $0,01 \cdot I_{\text{НОМ}}$ до $20 \cdot I_{\text{НОМ}}$) по ГОСТ Р МЭК 61869-2-2015	0,5S
Пределы допускаемой относительной токовой погрешности (для измерений), %	$\pm 0,75$ при $0,01 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,05 \cdot I_{\text{НОМ}}$ $\pm 0,5$ при $0,05 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 20 \cdot I_{\text{НОМ}}$
Пределы допускаемой абсолютной угловой погрешности (для измерений), '	± 45 при $0,01 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,05 \cdot I_{\text{НОМ}}$ ± 30 при $0,05 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 20 \cdot I_{\text{НОМ}}$
Номинальный коэффициент предельной кратности K_{SSC}	400
Класс точности по току для защиты (в диапазоне от $I_{\text{НОМ}}$ до $400 \cdot I_{\text{НОМ}}$) по ГОСТ Р МЭК 61869-2-2015	5PR
Пределы допускаемой относительной токовой погрешности (для защиты), %	± 1 при $I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 400 \cdot I_{\text{НОМ}}$ ²⁾
Пределы допускаемой абсолютной угловой погрешности (для защиты), '	± 60 при $I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 400 \cdot I_{\text{НОМ}}$ ²⁾
Пределы допускаемой полной токовой погрешности (для защиты), %	± 5 при $400 \cdot I_{\text{НОМ}}$ ²⁾
Пределы допускаемой абсолютной угловой погрешности сдвига фаз между напряжением и током (для измерений), '	± 20 при $0,01 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,05 \cdot I_{\text{НОМ}}$ при $0,8 \cdot U_{\text{НОМ}} \leq U \leq 1,2 \cdot U_{\text{НОМ}}$ ± 15 при $0,05 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 20 \cdot I_{\text{НОМ}}$ при $0,8 \cdot U_{\text{НОМ}} \leq U \leq 1,2 \cdot U_{\text{НОМ}}$

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой абсолютной угловой погрешности сдвига фаз между напряжением и током (для защиты), '	± 30 при $I_{\text{ном}} \leq I \leq 400 \cdot I_{\text{ном}}$ 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 $400 \cdot I_{\text{ном}}$ длительность не более 3 с.	

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Схемы подключения трансформаторов ЕСИТ-1

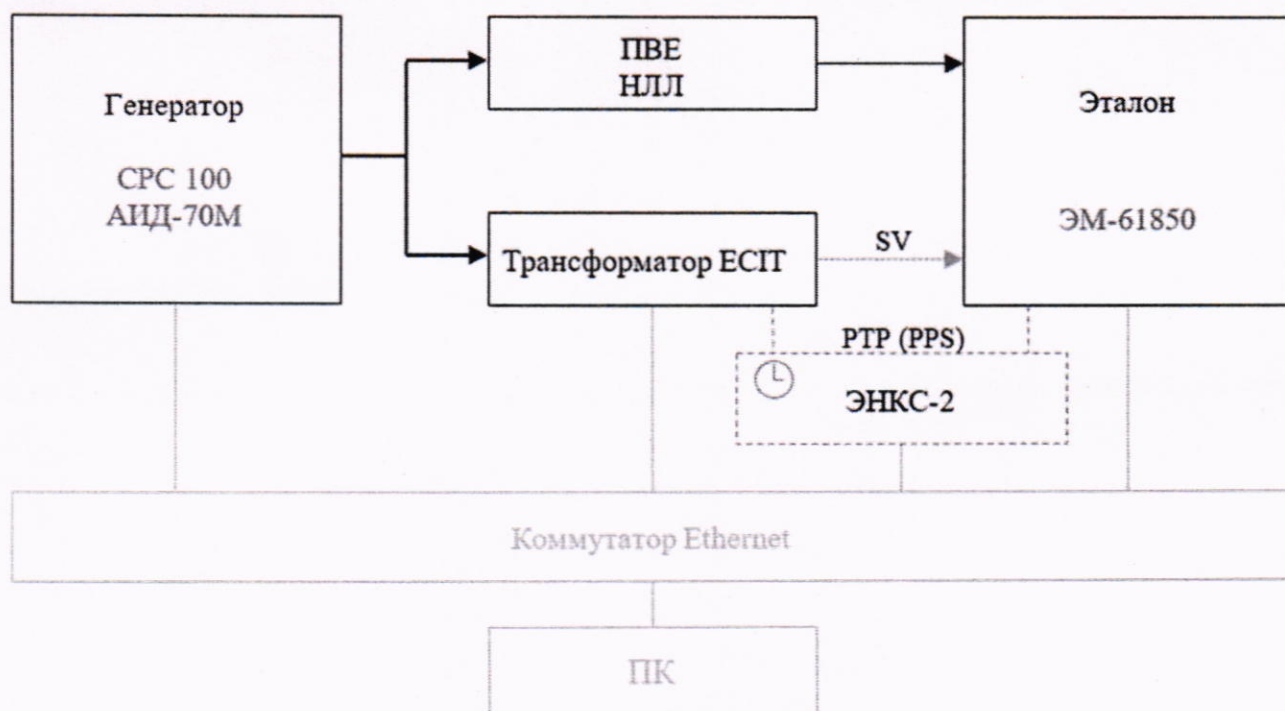


Рисунок Б.1 – Схема подключения при определении погрешностей по напряжению

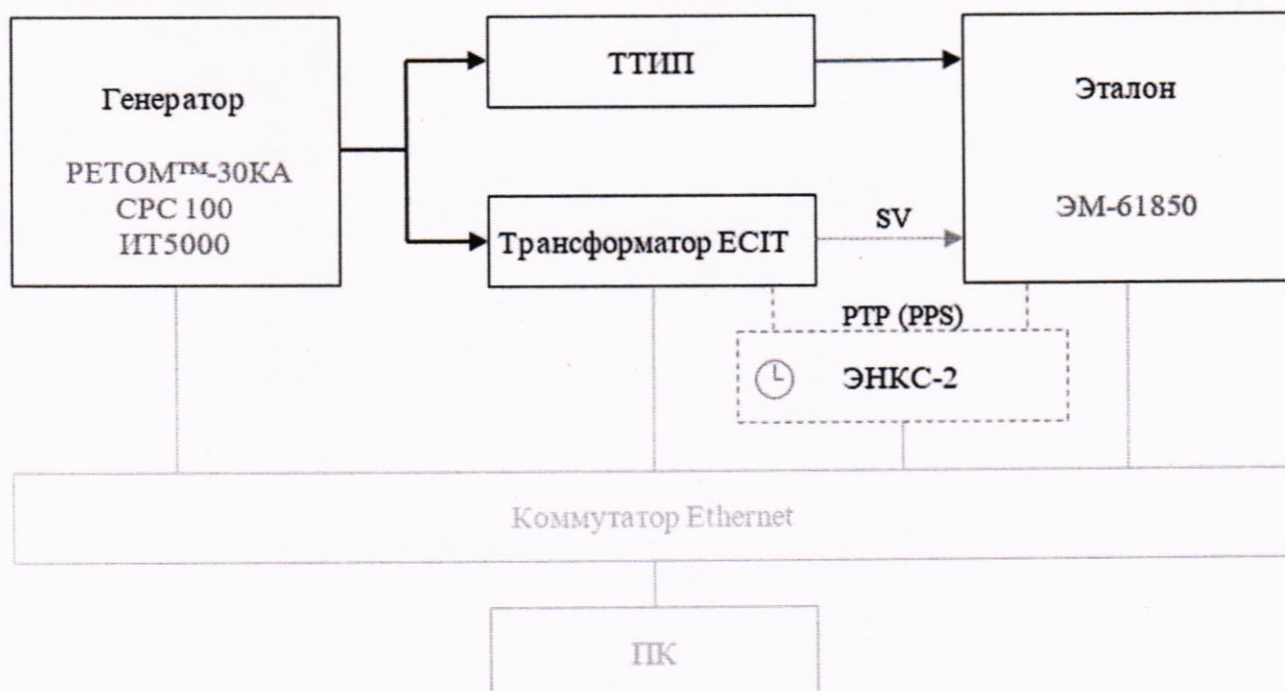


Рисунок Б.2 – Схема подключения при определении погрешностей по току

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(Рекомендуемая форма)

Протокол

поверки трансформатора комбинированного измерительного ЕСИТ-1
от «__» _____ 202_ г.

1 Поверяемое средство измерений:

ЕСИТ-1- _____

Заводской номер _____
Год выпуска _____
Методика поверки _____
Номинальный ток, А _____ 50 _____
Расширенный номинальный ток, А _____ 1000 _____
Номинальное напряжение, кВ _____ от $3000/\sqrt{3}$ до $16000/\sqrt{3}$ _____

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

№	$U, В$	$U_{эт}, В$	$U_{пов}, В$	$\delta K_U, \%$	Допуск, $\delta K_U, \%$	$\varphi_{U_{эт}}, ^\circ$	$\varphi_{U_{пов}}, ^\circ$	$\Delta\varphi_U, '$	Допуск, $\Delta\varphi_U, '$
1	1,39				$\pm 0,5$				± 20
2	1,73 или 9,25				$\pm 0,5$				± 20
3	11,00				$\pm 0,5$				± 20

Вывод: соответствует/не соответствует

4.4.2 Защитный канал

№	$U, В$	$U_{эт}, В$	$U_{пов}, В$	$\delta K_U, \%$	Допуск, $\delta K_U, \%$	$\varphi_{U_{эт}}, ^\circ$	$\varphi_{U_{пов}}, ^\circ$	$\Delta\varphi_U, '$	Допуск, $\Delta\varphi_U, '$
1	1,39				± 3				± 120
2	1,73 или 9,25				± 3				± 120
3	17,50				± 3				± 120

Вывод: соответствует/не соответствует

4.5 Определение погрешности по току

4.5.1 Измерительный канал

№	$I, А$	$I_{эт}, А$	$I_{пов}, А$	$\delta K_I, \%$	Допуск, $\delta K_I, \%$	$\varphi_{I_{эт}}, ^\circ$	$\varphi_{I_{пов}}, ^\circ$	$\Delta\varphi_I, '$	Допуск, $\Delta\varphi_I, '$
1	0,5				$\pm 0,75$				± 45
2	2,5				$\pm 0,5$				± 30
3	10				$\pm 0,5$				± 30
4	50				$\pm 0,5$				± 30
5	60				$\pm 0,5$				± 30
6	1000				$\pm 0,5$				± 30

Вывод: соответствует/не соответствует

4.5.2 Защитный канал

№	$I, А$	$I_{эт}, А$	$I_{пов}, А$	$\delta K_I, \%$	Допуск, $\delta K_I, \%$	$\varphi_{I_{эт}}, ^\circ$	$\varphi_{I_{пов}}, ^\circ$	$\Delta\varphi_I, '$	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 9,25	11,00	
	$I, \text{ А}$	$\Delta\varphi_I, '$				
1	0,5					± 20
2	2,5					± 15
3	10					± 15
4	50					± 15
5	60					± 15
6	1000					± 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 9,25	17,50	
	$I, \text{ А}$	$\Delta\varphi_I, '$				
1	50					± 30

Вывод: соответствует/не соответствует

Результат:

По результатам поверки трансформатор комбинированный измерительный ЕСИТ-1 признан годным к применению, соответствует техническим условиям ТУ 26.51.43-016-53329198-21.

«___» _____ 202__ г.
дата

подпись поверителя