

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор  
ООО НПО «ЦИТ»



В.Д. Лебедев



2018 г.

УТВЕРЖДАЮ

Технический директор  
ООО «ИЦРМ»



М. С. Казаков

2018 г.

Трансформаторы напряжения цифровые

ЦТН

Методика поверки

САПМ.671200.201 МП

г. Москва  
2018 г.

## Содержание

1 Общие положения.....	3
2 Операции поверки.....	3
3 Средства поверки.....	3
4 Требования к квалификации поверителей.....	4
5 Требования безопасности.....	4
6 Условия поверки.....	5
7 Подготовка к поверке.....	5
8 Проведение поверки.....	5
9 Оформление результатов поверки.....	11

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок трансформаторов напряжения цифровых ЦТН (далее – ЦТН).

1.2 Устройства ЦТН подлежат поверке с периодичностью, устанавливаемой потребителем с учётом режимов и интенсивности эксплуатации, но не реже одного раза в 8 лет.

1.3 На первичную поверку следует предъявлять ЦТН до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта.

1.4 На периодическую поверку следует предъявлять ЦТН в процессе эксплуатации и хранения.

## 2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

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

Таблица 1

Наименование операции поверки	Номер пункта методики поверки	Необходимость выполнения	
		при первичной поверке	при периодической поверке
Внешний осмотр	8.1	Да	Да
Опробование	8.2	Да	Да
Подтверждение соответствия программного обеспечения	8.3	Да	Да
Проверка электрического сопротивления изоляции и электрической прочности изоляции	8.4	Да	Нет
Определение метрологических характеристик	8.5	Да	Да

2.2 Последовательность проведения операций поверки обязательна.

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

## 3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки рекомендуется применять средства поверки, приведённые в таблице 2.

Таблица 2

Наименование, обозначение	Тип	Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде (требуемые характеристики)
<b>Основные средства поверки</b>		
1. Преобразователь напряжения измерительный высоковольтный емкостный масштабный	ПВЕ-10	32575-11
2. Преобразователь напряжения измерительный высоковольтный емкостный масштабный	ПВЕ-35	32575-11
3. Преобразователь напряжения измерительный высоковольтный емкостный масштабный	ПВЕ-220	32575-11

Наименование, обозначение	Тип	Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде (требуемые характеристики)
4. Установка поверочная векторная компарирующая	УПВК-МЭ 61850	60987-15
5. Прибор электроизмерительный эталонный многофункциональный	Энергомонитор 3.1 КМ	52854-13
<b>Вспомогательные средства поверки</b>		
6. Источник высокого напряжения переменного тока	XZL-800/400	Испытательное напряжение (1-400) кВ
7. Блок коррекции времени	ЭНКС-2	37328-08
8. Медиаконвертер ECMS-1	-	Преобразование среды передачи сигнала 1PPS (из витой пары в оптическое волокно)
9. ПЭВМ	IBM PC	Наличие интерфейса Ethernet; объем оперативной памяти не менее 1 Гб; объем жесткого диска не менее 10 Гб; дисковод для чтения CD-ROM; операционная система Windows
10. Термогигрометр электронный	«CENTER» модель 313	22129-09
11. Барометр-анероид метеорологический	БАММ-1	5738-76
12. Установка для проверки параметров электрической безопасности	GPT-79803	50682-12

3.2 Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих проверку характеристик ЦТН с требуемой точностью.

3.3 Применяемые средства поверки должны быть исправны.

3.4 Средства измерений должны иметь действующие свидетельства о поверке. Испытательное оборудование должно быть аттестовано.

#### **4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ**

4.1 Поверитель должен пройти инструктаж по технике безопасности и иметь действующее удостоверение на право работы в электроустановках с напряжением до и свыше 1000 В с квалификационной группой по электробезопасности не ниже IV.

#### **5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ**

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, установленные ГОСТ 12.3.019-80, «Правилами техники безопасности, при эксплуатации электроустановок потребителей», «Межотраслевыми правилами по охране труда (правилами безопасности) при эксплуатации электроустановок». Должны быть соблюдены также требования безопасности, изложенные в эксплуатационных документах на ЦТН и применяемых средств измерений.

5.2 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 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ**

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия применения:

- температура окружающего воздуха ( $20 \pm 5$ ) °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа или от 630 до 795 мм. рт. ст.

## **7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ**

7.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- провести технические и организационные мероприятия по обеспечению безопасности проводимых работ в соответствии с действующими положениями ГОСТ 12.2.007.0-75;
- выдержать ЦТН в условиях окружающей среды, указанных в п.6.1, не менее 2 ч, если он находился в климатических условиях, отличающихся от указанных в п.6.1;
- подготовить к работе средства измерений, используемые при поверке, в соответствии с руководствами по их эксплуатации.

## **8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ**

### **8.1 Внешний осмотр**

При проведении внешнего осмотра ЦТН проверяют:

- соответствие комплектности перечню, указанному в паспорте;
- соответствие серийного номера указанному в паспорте;
- разборные контактные соединения должны иметь маркировку, а резьба винтов и гаек должна быть исправна;
- на корпусе ЦТН не должно быть трещин, царапин, забоин, сколов;
- соединительные провода не должны иметь механических повреждений;
- отдельные части ЦТН должны быть прочно закреплены.

Результат внешнего осмотра считают положительным, если соблюдаются вышеупомянутые требования.

### **8.2 Опробование**

Опробование проводить в следующей последовательности:

- 1) произвести проверку всех соединений ЦТН перед запуском;
- 2) подать напряжение питания на ЦТН;
- 3) при предварительно поданном питании на отображающем устройстве должны наблюдаться нулевые значения напряжений;
- 4) кратковременно подать номинальное и(или) пониженное напряжения и проанализировать отображенные результаты измерений;

Результат опробования считают положительным, если при подаче номинального (пониженного) напряжения результаты измерений изменяются соответственно.

### **8.3 Подтверждение соответствия программного обеспечения**

Подтверждение соответствия программного обеспечения проводить в следующей последовательности:

- 1) подключить персональный компьютер (далее по тексту – ПЭВМ) к выходным интерфейсам ЦТН;
- 2) включить ЦТН (подать питание) и ПЭВМ, в течение 2-3 секунд происходит загрузка программного обеспечения;
- 3) при помощи специализированного программного обеспечения ПЭВМ определить наименование и номер версии встроенного программного обеспечения ЦТН;
- 4) проверить соответствие наименования и номера версии встроенного программного обеспечения с указанным в эксплуатационной документации и описании типа на ЦТН.

Результаты считаются положительными, если идентификационное наименование и номер версии программного обеспечения соответствуют данным в описании типа.

8.4 Проверка электрического сопротивления изоляции и электрической прочности изоляции.

8.4.1 Проверку электрического сопротивления изоляции (данное испытание выполняется только для исполнений, имеющих техническую возможность отключения нижнего плеча делителя напряжения и защитных устройств) проводить в следующей последовательности между первичной цепью и заземленными выводами:

- 1) отключить питание электронного блока ЦТН и отключить его от питающей цепи;
- 2) отсоединить электронный блок ЦТН от первичного преобразователя;
- 3) отключить нижнее плечо делителя и защитные устройства;
- 4) подключить установку для проверки параметров электрической безопасности GPT-79803;
- 5) при помощи установки воспроизвести испытательное напряжение постоянного тока, равное 2500 В;
- 6) произвести измерение электрического сопротивления изоляции.

Результаты считаются положительными, если измеренное значение электрического сопротивления изоляции составляет не менее 1000 МОм.

8.4.2 Проверку электрической прочности изоляции проводить в следующей последовательности между первичной цепью и заземленными выводами:

- 1) произвести измерение электрического сопротивления изоляции в соответствии с пунктом 8.4.1;
- 2) собрать схему, представленную на рисунке 1;
- 3) подключить источник высокого напряжения переменного тока XZL-800/400 между первичной цепью и заземленными выводами с выдачей испытательного напряжения согласно таблице 3 в течении 1 мин;
- 4) произвести измерение электрического сопротивления изоляции в соответствии с пунктом 8.4.1.

Таблица 3

Номинальное напряжение трансформатора (в зависимости от модификации), кВ	Испытательное напряжение
$6/\sqrt{3}$	20 кВ
$10/\sqrt{3}$	28 кВ
$15/\sqrt{3}$	38 кВ
$20/\sqrt{3}$	50 кВ
$24/\sqrt{3}$	60 кВ
$27/\sqrt{3}$	65 кВ
$35/\sqrt{3}$	80 кВ
$110/\sqrt{3}$	200 кВ
$150/\sqrt{3}$	275 кВ
$220/\sqrt{3}$	395 кВ



Рисунок 1 – Структурная схема определения электрической прочности изоляции

Результаты считаются положительными, если во время испытаний не было пробоя или перекрытия изоляции в течение 1 минуты, а также после проведения проверки значения электрического сопротивления изоляции между первичной цепью и заземленными выводами составляет не менее 1000 МОм.

## 8.5 Определение метрологических характеристик

8.5.1 Определение погрешностей измерений коэффициента масштабного преобразования и угла фазового сдвига напряжения переменного тока (для цифровых выходов).

Определение класса точности коэффициента масштабного преобразования и угла фазового сдвига напряжения переменного тока проводить в следующей последовательности:

1) Собрать схему, представленную на рисунке 2.

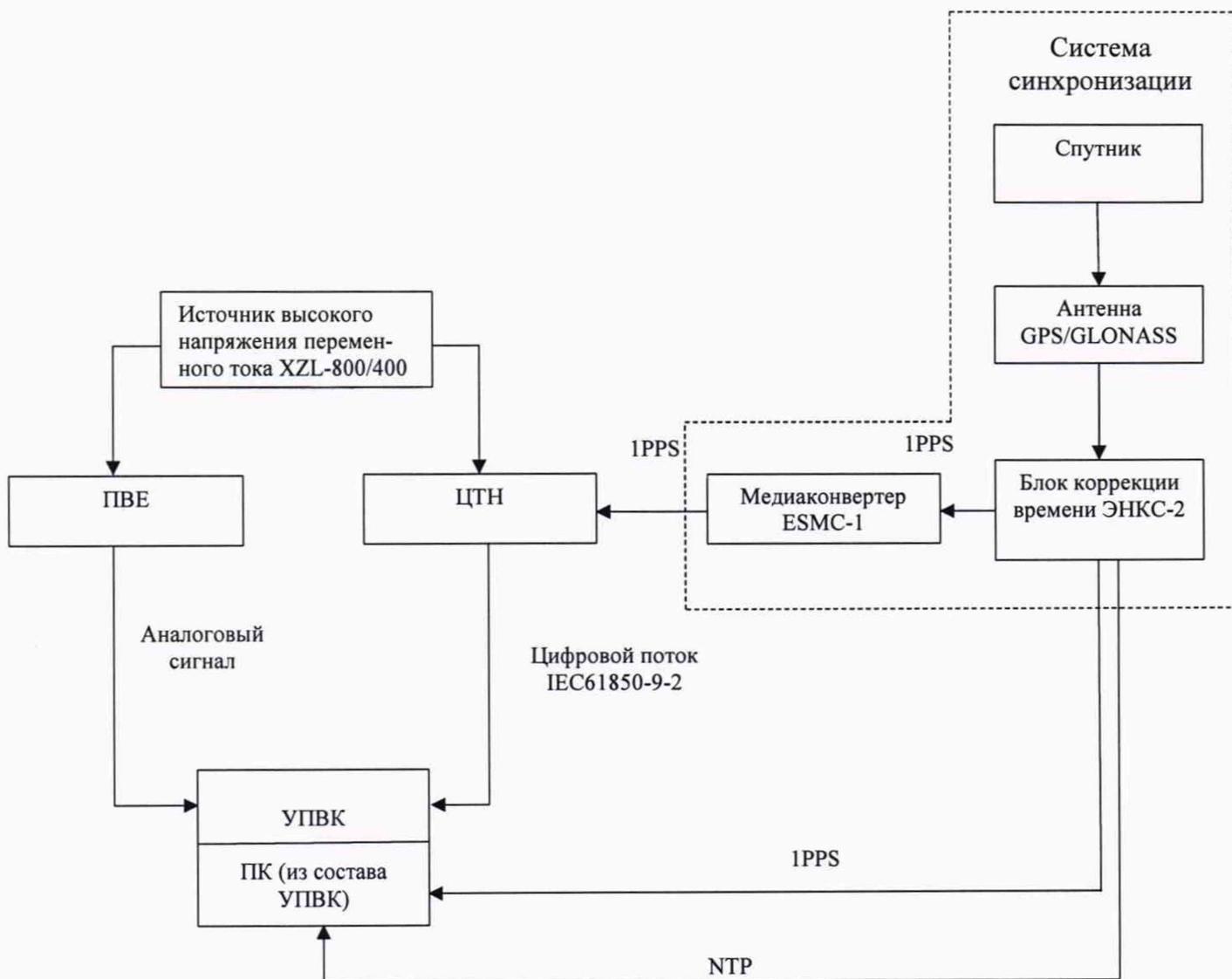


Рисунок 2 – Структурная схема определения метрологических характеристик при измерении напряжения переменного тока (для цифровых выходов)

2) Включить источник высокого напряжения переменного тока XZL-800/400, установку поверочную векторную компарирующую УПВК-МЭ 61850 (далее по тексту – УПВК) и блок коррекции времени ЭНКС-2 (далее по тексту – ЭНКС-2) в соответствии с их руководствами по эксплуатации.

3) Подождать приема сигнала синхронизации ЭНКС-2 со спутника (приблизительно 5 минут).

4) При помощи источника высокого напряжения переменного тока XZL-800/400 воспроизвести номинальное значение испытательного напряжения переменного тока на поверяемый ЦТН и преобразователь напряжения измерительный высоковольтный емкостный масштабный ПВЕ-10 или ПВЕ-35 или ПВЕ-220 (далее по тексту - ПВЕ) в зависимости от номинального значения напряжения.

5) При помощи УПВК зафиксировать измеренные значения напряжения переменного тока и угла фазового сдвига.

6) При помощи УПВК произвести сравнение сигналов, полученных от ЦТН и ПВЕ.

7) Рассчитать значения относительной погрешности измерений коэффициента масштабного преобразования  $\delta K_{MU}$  и абсолютной погрешности угла фазового сдвига  $\Delta\varphi_u$  по формулам (1) и (2).

8) Повторить операции 4)-7) для значения испытательных сигналов:

-  $0,8 \cdot U_{ном}$  и  $1,2 \cdot U_{ном}$  – для измерительных обмоток ЦТН классов точности 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 3,0 по ГОСТ Р МЭК 60044-7-2010;

-  $0,05 \cdot U_{ном}$ ,  $0,2 \cdot U_{ном}$ ,  $1,2 \cdot U_{ном}$  – для защитных обмоток ЦТН классов точности 3Р, 6Р по ГОСТ Р МЭК 60044-7-2010.

$$\delta K_{MU} = \frac{K_{U_{ЦТН}} \times U_{изм1} - K_{U_{ПВЕ}} \times U_{изм2}}{K_{U_{эталон}} \times U_{изм2}} \times 100 \% \quad (1)$$

где  $K_{U_{ЦТН}}$  – коэффициент масштабного преобразования ЦТН;

$K_{U_{ПВЕ}}$  – коэффициент масштабного преобразования ПВЕ;

$U_{изм1}$  – измеренное значение испытательного сигнала (напряжения переменного тока) поступившего от ЦТН на УПВК или Энергомонитор (в зависимости от вида используемых выходов), В;

$U_{изм2}$  – измеренное значение испытательного сигнала (напряжения переменного тока) поступившего от эталона на УПВК или Энергомонитор (в зависимости от вида используемых выходов), В.

$$\Delta\varphi_u = \varphi_{изм1} - \varphi_{изм2} \quad (2)$$

где  $\varphi_{изм1}$  – измеренное значение угла фазового сдвига от ЦТН при помощи УПВК или Энергомонитор (в зависимости от вида используемых выходов), °;

$\varphi_{изм2}$  – измеренное значение угла фазового сдвига от ПВЕ при помощи УПВК или Энергомонитор (в зависимости от вида используемых выходов), °.

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешностей не превышают значений для соответствующего класса точности (0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 3,0; 3Р; 6Р) по ГОСТ Р МЭК 60044-7-2010.

8.5.2 Определение погрешностей измерений коэффициента масштабного преобразования и угла фазового сдвига напряжения переменного тока (для аналоговых выходов).

Определение класса точности коэффициента масштабного преобразования и угла фазового сдвига напряжения переменного тока проводить в следующей последовательности:

1) Собрать схему, представленную на рисунке 3.

2) Включить источник высокого напряжения переменного тока XZL-800/400, прибор электроизмерительный эталонный многофункциональный Энергомонитор 3.1 КМ (далее по тексту – Энергомонитор) в соответствии с их руководствами по эксплуатации.



Рисунок 3 – Структурная схема определения метрологических характеристик при измерении напряжения переменного тока (для аналоговых выходов)

3) При помощи источника высокого напряжения переменного тока XZL-800/400 воспроизвести номинальное значение испытательного напряжения переменного тока на поверяемый ЦТН и ПВЕ в зависимости от номинального значения напряжения.

4) При помощи Энергомонитор зафиксировать измеренные значения напряжения переменного тока и угла фазового сдвига.

5) При помощи Энергомонитор произвести сравнение сигналов, полученных от ЦТН и ПВЕ.

6) Рассчитать значения относительной погрешности измерений коэффициента масштабного преобразования  $\delta K_{MU}$  и абсолютной погрешности угла фазового сдвига  $\Delta\varphi_u$  по формулам (1) и (2).

7) Повторить операции 3)-6) для значения испытательных сигналов:

-  $0,8 \cdot U_{ном}$  и  $1,2 \cdot U_{ном}$  – для измерительных обмоток ЦТН классов точности 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 3,0 по ГОСТ Р МЭК 60044-7-2010;

-  $0,05 \cdot U_{ном}$ ,  $0,2 \cdot U_{ном}$ ,  $1,2 \cdot U_{ном}$  - для защитных обмоток ЦТН классов точности 3Р, 6Р по ГОСТ Р МЭК 60044-7-2010.

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешностей не превышают значений для соответствующего класса точности (0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 3,0; 3Р; 6Р) по ГОСТ Р МЭК 60044-7-2010.

## 9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 По завершении операций поверки оформляется протокол поверки в произвольной форме с указанием следующих сведений:

- полное наименование аккредитованной на право поверки организации;
- номер и дата протокола поверки;
- наименование и обозначение поверенного средства измерения;
- заводской (серийный) номер;
- обозначение документа, по которому выполнена поверка;
- наименования, обозначения и заводские (серийные) номера использованных при поверке средств измерений, сведения об их последней поверке;

- температура и влажность в помещении;
- фамилия лица, проводившего поверку;
- результаты определения метрологических характеристик.

Допускается не оформлять протокол поверки отдельным документом, а результаты поверки (метрологические характеристики) указать на оборотной стороне свидетельства о поверке.

9.2 При положительном результате поверки выдается свидетельство о поверке и наносится знак поверки в соответствии с Приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 2 июля 2015 г. № 1815.

9.3 При отрицательном результате поверки, выявленных при внешнем осмотре, опробовании или выполнении операций поверки, выдается изменение о непригодности в соответствии с Приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 02.07.2015 г. № 1815.