

**СОГЛАСОВАНО**

**Генеральный директор  
ООО НПО «ЦИТ»**



**В.Д. Лебедев**



**29** 2017 г.

**УТВЕРЖДАЮ**

**Технический директор  
ООО «ИЦРМ»**



**М. С. Казаков**



**08** 2017 г.

**Трансформаторы тока и напряжения комбинированные цифровые**

**ЦТТН**

**Методика поверки**

**САПМ.671200.301 МП**

## 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 распространяется на трансформаторы тока и напряжения комбинированные цифровые ЦТТН (далее – ЦТТН) и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

1.2 На первичную поверку следует предъявлять ЦТТН до ввода в эксплуатацию и после ремонта.

1.3 На периодическую поверку следует предъявлять ЦТТН в процессе эксплуатации и хранения.

1.4 Периодичность поверки – один раз в 8 лет.

## 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 погрешностей измерений коэффициента масштабного преобразования и угла фазового сдвига напряжения переменного тока.	8.5	Да	Да
Определение погрешностей измерений коэффициента масштабного преобразования и угла фазового сдвига силы переменного тока	8.6	Да	Да

2.2 Последовательность проведения операций поверки обязательна.

2.3 При получении отрицательного результата в процессе выполнения любой из операций поверки ЦТТН 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-35	32575-11
2. Преобразователь напряжения измерительный высоковольтный емкостный масштабный	ПВЕ-220	32575-11

Продолжение таблицы 2

Наименование, обозначение	Тип	Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде (требуемые характеристики)
3. Трансформатор тока измерительный лабораторный	ТТИ-5000.51	55278-13
4. Установка поверочная векторная компарирующая	УПК-МЭ 61850	60987-15
<b>Вспомогательные средства поверки</b>		
5. Испытательная высоковольтная установка	УИВ-150/18	Диапазон воспроизведений напряжения переменного тока от 0 до 150 кВ
6. Блок коррекции времени	ЭНКС-2	37328-08
7. Медиаконвертер ECMS-1	-	Преобразование среды передачи сигнала 1PPS (из витой пары в оптическое волокно)
8. Стенд испытательный переменного тока	СИ-АС	Диапазон воспроизведения силы переменного тока от 0 до 200 000 А
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 ЦТТН 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 К проведению поверки допускают лица, имеющие документ о повышении квалификации в области поверки средств измерений электрических величин.

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

#### **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 (правила-

ми безопасности) при эксплуатации электроустановок». Должны быть соблюдены также требования безопасности, изложенные в эксплуатационных документах на ЦТТН и применяемые средства 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 ЦТТН 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 ЦТТН 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 ЦТТН не должно быть трещин, царапин, забоин, сколов;
- соединительный провод не должен иметь механических повреждений;
- отдельные части ЦТТН 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 ЦТТН перед запуском;
- 2) подать напряжение питания на ЦТТН;
- 3) при предварительно поданном питании (220 В) на отображающем устройстве должны наблюдаться нулевые значения токов и 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 ЦТТН;

2) включить ЦТТН (подать питание) и ПЭВМ, в течение 2-3 секунд происходит загрузка программного обеспечения;

3) при помощи специализированного программного обеспечения ПЭВМ определить номер версии программного обеспечения ЦТТН;

4) проверить соответствие номера версии программного обеспечения с указанным в эксплуатационной документации и описании типа на ЦТТН.

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

8.4 Проверка электрического сопротивления изоляции и электрической прочности изоляции.

8.4.1 Проверку электрического сопротивления изоляции проводить в следующей последовательности между цепями, приведенными в таблице 3:

1) отключить питание ЦТТН;

2) отсоединить все кабели, связывающие ЦТТН с питающей сетью;

3) поочередно подключить установку для проверки параметров электрической безопасности GPT-79803 между цепями, приведенными в таблице 3;

4) при помощи установки воспроизвести испытательное напряжение постоянного тока по таблице 3;

5) произвести измерение электрического сопротивления изоляции.

Таблица 3

Проверяемая цепь	Испытательное напряжения, В	Примечание
Первичная обмотка относительно заземленных частей корпуса	2500	Выполняется для всех испытаний  Выполняется только для испытаний, имеющих выводы первичных преобразователей
Вторичная обмотка трансформатора тока относительно корпуса	1000	
Вторичная обмотка пояса Роговского относительно корпуса	1000	
Вторичная обмотка трансформатора тока относительно вторичной обмотки пояса Роговского	1000	
Первичная обмотка относительно вторичной обмотки трансформатора тока	2500	
Первичная обмотка относительно вторичной обмотки пояса Роговского	2500	

Результаты считаются положительными, если измеренные значения электрического сопротивления изоляции для первичной обмотки составляют не менее 1000 МОм, а для вторичных обмоток не менее 50 МОм.

8.4.2 Проверку электрической прочности изоляции проводить в следующей последовательности между цепями, приведенными в таблице 4:

1) произвести измерение электрического сопротивления изоляции в соответствии с пунктом 8.4.1;

2) собрать схему, представленную на рисунке 1;

Таблица 4

Проверяемая цепь	Номинальное напряжение трансформатора (в зависимости от модификации), кВ	Испытательное напряжение	Примечание
Первичная обмотка относительно заземленных частей корпуса	6/√3	20 кВ	
	10/√3	28 кВ	
	15/√3	38 кВ	
	20/√3	50 кВ	
	24/√3	60 кВ	
	27/√3	65 кВ	
	35/√3	80 кВ	
	110/√3	200 кВ	
	150/√3	275 кВ	
	220/√3	395 кВ	
Вторичная обмотка трансформатора тока относительно корпуса	6-220	3000 В	Выполняется только для исполнений, имеющих выводы первичных преобразователей
Вторичная обмотка пояса Роговского относительно корпуса	6-220	3000 В	
Вторичная обмотка трансформатора тока относительно вторичной обмотки пояса Роговского	6-220	3000 В	

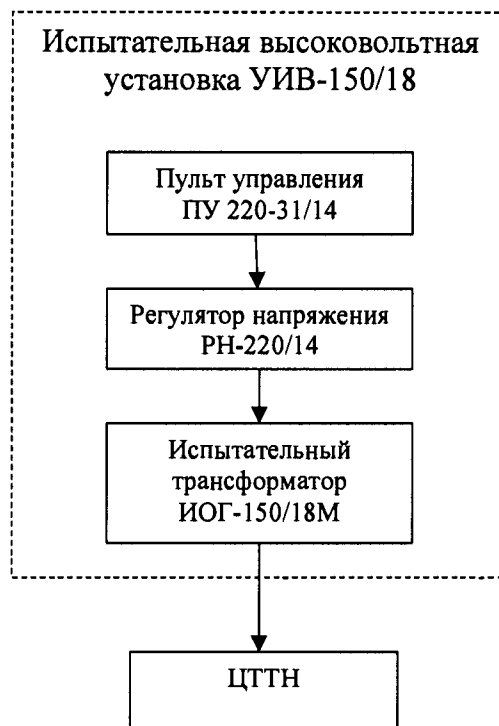


Рисунок 1 – Структурная схема определения электрической прочности изоляции

- 3) поочередно подключить установку УИВ-150/18 между цепями, приведенными в таблице 4, с выдачей испытательного напряжения в течении 1 мин;
- 4) произвести измерение электрического сопротивления изоляции в соответствии с пунктом 8.4.1.

Результаты считаются положительными, если во время испытаний не было пробоя или перекрытия изоляции в течение 1 минуты и значения электрического сопротивления изоляции между исследуемыми цепями остались в пределах нормы.

**8.5 Определение погрешностей измерений коэффициента масштабного преобразования и угла фазового сдвига напряжения переменного тока.**

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

- 1) Собрать схему, представленную на рисунке 2.

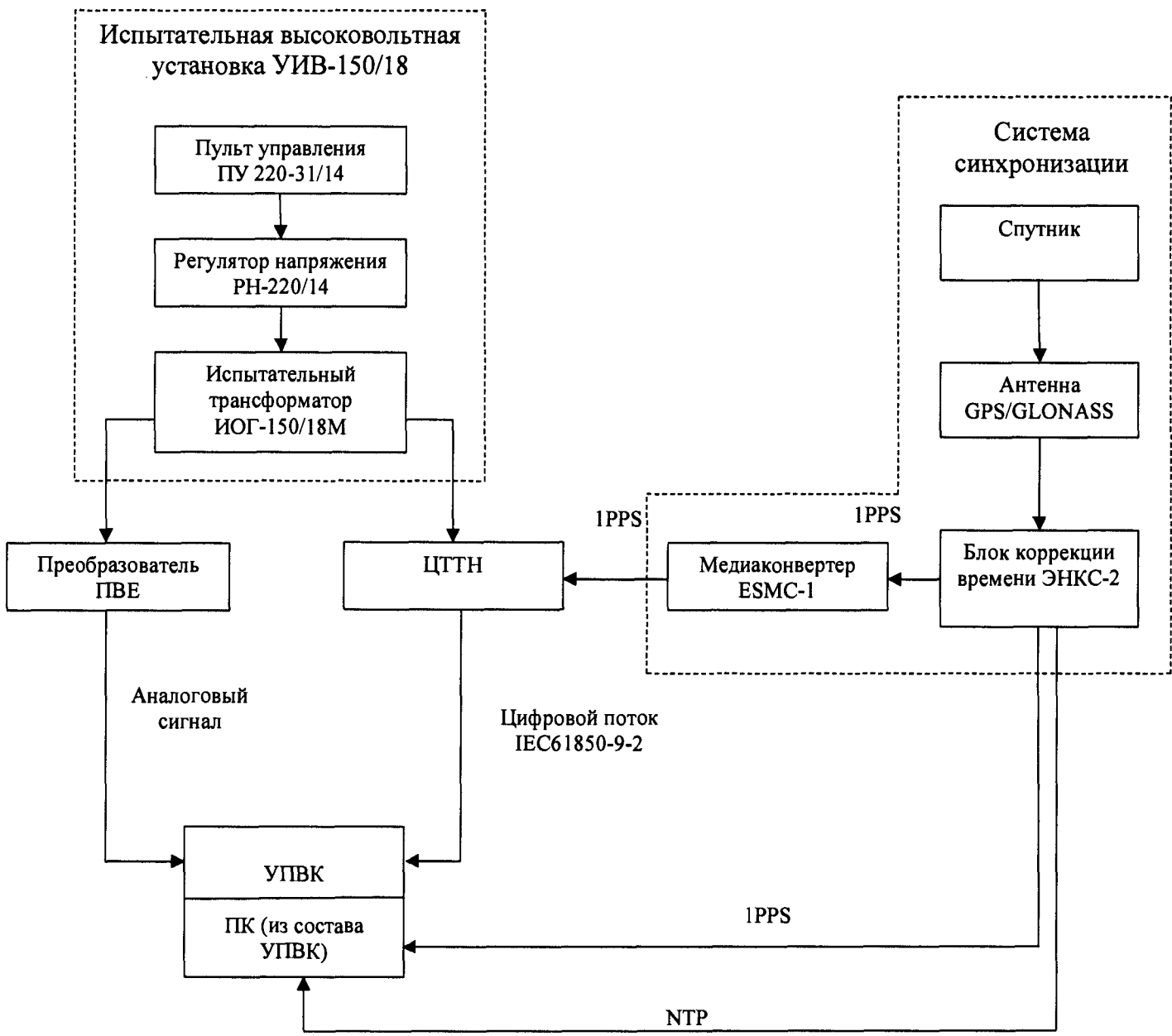


Рисунок 2 – Структурная схема определения метрологических характеристик при измерении напряжения переменного тока



2) Включить испытательную высоковольтную установку УИВ-150/18 (далее по тексту – УИВ), 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 УИВ воспроизвести номинальное значение испытательного напряжения переменного тока на поверяемый ЦТТН и преобразователь напряжения измерительный высоковольтный емкостный масштабный 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 ЦТТН и ПВЕ.

7) Рассчитать значения относительной погрешности измерений коэффициента масштабного преобразования  $\delta K_{МУ}$  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 ЦТТН классов точности 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 3,0 по ГОСТ Р МЭК 60044-7-2010;

-  $0,02 \cdot U_{ном}$ ,  $0,05 \cdot U_{ном}$ ,  $1,2 \cdot U_{ном}$  - для защитных обмоток ЦТТН классов точности 3Р, 6Р по ГОСТ Р МЭК 60044-7-2010.

$$\delta K_{МУ} = \frac{K_{УЦТТН} \times U_{изм1} - K_{УПВЕ} \times U_{изм2}}{K_{УПВЕ} \times U_{изм2}} \times 100 \% \quad (1)$$

где  $K_{УЦТТН}$  – коэффициент масштабного преобразования ЦТТН;

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

$U_{изм1}$  – измеренное значение испытательного сигнала (напряжения переменного тока) поступившего от ЦТТН на УПВК, В;

$U_{изм2}$  – измеренное значение испытательного сигнала (напряжения переменного тока) поступившего от ПВЕ на УПВК, В;

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

где  $\varphi_{изм1}$  – измеренное значение угла фазового сдвига при помощи УПВК (от ЦТТН), °;

$\varphi_{изм2}$  – измеренное значение угла фазового сдвига при помощи УПВК (от ПВЕ), °.

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.

8.6 Определение погрешностей измерений коэффициента масштабного преобразования и угла фазового сдвига силы переменного тока

Определение погрешностей измерений коэффициента масштабного преобразования и угла фазового сдвига силы переменного тока осуществляется в следующей последовательности:

1) Собрать схему, представленную на рисунке 3.

2) Включить стенд испытательный переменного тока СИ-АС (далее по тексту – стенд), УПВК, трансформатор тока измерительный лабораторный ТТИ-5000.51 (далее по тексту – ТТИ) и ЭНКС-2 в соответствии с их руководствами по эксплуатации.

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

4) При помощи стенда воспроизвести номинальное значение силы переменного тока на поверяемый ЦТТН и ТТИ в зависимости от номинального значения напряжения.

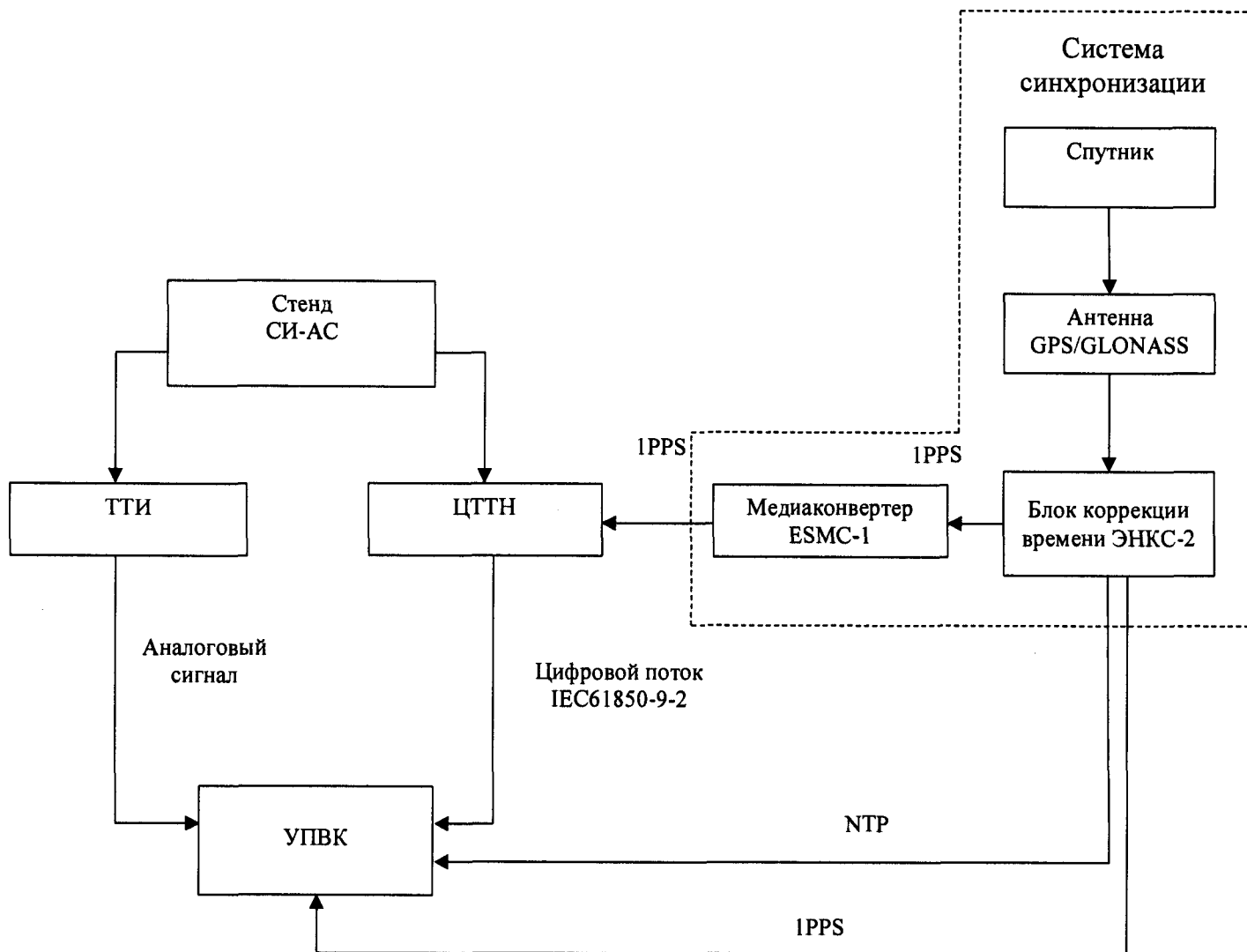


Рисунок 3 – Структурная схема определения метрологических характеристик при измерении силы переменного тока

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

6) При помощи УПВК произвести сравнение сигналов, полученных от ЦТТН и ТТИ.

7) Рассчитать значения относительной погрешности измерений коэффициента масштабного преобразования  $\delta K_{MI}$  и абсолютной погрешности угла фазового сдвига  $\Delta\phi$  (для классов точности 3 и 5 погрешность угла фазового сдвига не определяется согласно ГОСТ Р МЭК 60044-8-2010) по формулам (3) и (4).

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

-  $0,05 \cdot I_{НОМ}$ ,  $0,2 \cdot I_{НОМ}$ ,  $1,2 \cdot I_{НОМ}$  – для измерительных обмоток ЦТТН классов точности 0,1; 0,2; 0,5; 1,0;

-  $0,01 \cdot I_{НОМ}$ ,  $0,05 \cdot I_{НОМ}$ ,  $0,2 \cdot I_{НОМ}$ ,  $1,2 \cdot I_{НОМ}$  – для измерительных обмоток ЦТТН классов точности 0,2S; 0,5S;

-  $0,5 \cdot I_{НОМ}$ ,  $1,2 \cdot I_{НОМ}$  – для измерительных обмоток ЦТТН классов точности 3; 5;

- для защитных обмоток ЦТТН классов точности 5P, 5TPE, 10P проверка проводится только при номинальном значении силы переменного тока.

$$\delta K_{MI} = \frac{K_{I_{ЦТТН}} \times I_{ИЗМ1} - K_{I_{ТТИ}} \times I_{ИЗМ2}}{K_{I_{ТТИ}} \times I_{ИЗМ2}} \times 100 \% \quad (1)$$

где  $K_{I_{ЦТТН}}$  – коэффициент масштабного преобразования ЦТТН;

$K_{\text{ГТИ}}$  – коэффициент масштабного преобразования ГТИ;

$I_{\text{изм1}}$  – измеренное значение испытательного сигнала (силы переменного тока) поступившего от ЦТТН на УПВК, А;

$I_{\text{изм2}}$  – измеренное значение испытательного сигнала (силы переменного тока) поступившего от ГТИ на УПВК, А;

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

где  $\varphi_{\text{изм1}}$  – измеренное значение угла фазового сдвига при помощи УПВК, при измерении испытательного сигнала от ЦТТН, °;

$\varphi_{\text{изм2}}$  – измеренное значение угла фазового сдвига при помощи УПВК при измерении испытательного сигнала от ГТИ, °.

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешностей не превышают значений для соответствующего класса точности по ГОСТ Р МЭК 60044-8-2010.

## 9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Результаты поверки ЦТТН оформляют в соответствии с Приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 2 июля 2015 г. № 1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

9.2 При положительном результате поверки ЦТТН удостоверяются записью в паспорте, заверяемой подписью поверителя и знаком поверки или выдается «Свидетельство о поверке».

9.3 При отрицательном результате поверки ЦТТН не допускаются к дальнейшему применению, знак поверки гасится, «Свидетельство о поверке» аннулируется, выписывается «Извещение о непригодности» или делается соответствующая запись в паспорте на ЦТТН.