

**УТВЕРЖДАЮ**

**Технический директор**

**ООО «ИЦРМ»**



**М. С. Казаков**

**2018 г.**

М.п.

**Датчики тока и напряжения комбинированные VCS\_SMART\_1**

**Методика поверки**

**ИЦРМ-МП-113-18**

г. Москва

## Содержание

1 Вводная часть.....	3
2 Операции поверки.....	5
3 Средства поверки.....	5
4 Требования к квалификации поверителей.....	6
5 Требования безопасности.....	6
6 Условия поверки.....	6
7 Подготовка к поверке.....	6
8 Проведение поверки.....	7
9 Оформление результатов поверки.....	13

## 1 ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на датчики тока и напряжения комбинированные VCS\_SMART\_1 (далее по тексту – КДТН) и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

1.2 На периодическую поверку следует предъявлять КДТН в процессе эксплуатации и хранения.

1.3 Интервал между поверками в процессе эксплуатации и хранения устанавливается потребителем с учетом условий и интенсивности эксплуатации, но не реже одного раза в 8 лет.

1.4 Основные метрологические характеристики КДТН приведены в таблицах 1 - 3.

Таблица 1 – Метрологические характеристики КДТН

Наименование характеристики	Значение
Для датчиков напряжения	
Наибольшее рабочее напряжение $U_{\text{раб}}$ , кВ	12/ $\sqrt{3}$
Номинальное первичное напряжение $U_{\text{ном1}}$ , кВ	от 6/ $\sqrt{3}$ до 10/ $\sqrt{3}$
Диапазон коэффициента масштабного преобразования, мВ/кВ	от 30 до 35
Класс точности	0,5 <sup>1)</sup>
Номинальная частота переменного тока, Гц	от 48 до 51
Для датчиков тока	
Номинальный первичный ток $I_{\text{ном1}}$ , А	50
Номинальный расширенный коэффициент первичного тока, $k_{\text{ПРном}}$	20
Диапазон коэффициента масштабного преобразования, В/кА	от 2,97 до 3,03
Класс точности	0,5S <sup>2)</sup>
Номинальная частота переменного тока, Гц	от 48 до 51
Примечания	
1) пределы допускаемых погрешностей для класса точности 0,5 представлены в таблице 2;	
2) пределы допускаемых погрешностей для класса точности 0,5S представлены в таблице 3.	

Таблица 2 – Пределы допускаемой относительной погрешности коэффициента масштабного преобразования и абсолютной погрешности угла фазового сдвига при преобразовании напряжения переменного тока для класса точности 0,5

Класс точности	Диапазон значений первичного напряжения, В	Пределы допускаемой погрешности		
		Относительной погрешности коэффициента масштабного преобразования напряжения переменного тока, %	Абсолютной угловой (угла фазового сдвига)	
			Минуты	Сантирадианы
0,5	от $0,8 \cdot U_{\text{ном1}}$ до $1,2 \cdot U_{\text{ном1}}$	$\pm 0,5$	$\pm 20$	$\pm 0,6$

Таблица 3 – Пределы допускаемой относительной погрешности коэффициента масштабного преобразования и абсолютной погрешности угла фазового сдвига при преобразовании силы переменного тока для класса точности 0,5S

Класс точности	Значения первичного тока, А	Пределы допускаемой погрешности		
		Относительной погрешности коэффициента масштабного преобразования силы переменного тока, %	Абсолютной угловой (угла фазового сдвига)	
			Минуты	Сантирadianы
0,5S	$0,01 \cdot I_{ном1}$	$\pm 1,5$	$\pm 90$	$\pm 2,7$
	$0,05 \cdot I_{ном1}$	$\pm 0,75$	$\pm 45$	$\pm 1,35$
	$0,2 \cdot I_{ном1}$	$\pm 0,5$	$\pm 30$	$\pm 0,9$
	$I_{ном1}$	$\pm 0,5$	$\pm 30$	$\pm 0,9$
	$k_{ГРном} \cdot I_{ном1}$	$\pm 0,5$	$\pm 30$	$\pm 0,9$

## 2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 4.

Таблица 4 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Номер пункта методики поверки	Необходимость выполнения	
		при первичной поверке	при периодической поверке
Внешний осмотр	8.1	Да	Да
Проверка электрической прочности и электрического сопротивления изоляции	8.2	Да	Да
Определение нормируемых метрологических характеристик	8.3	Да	Да

2.2 Последовательность проведения операций поверки обязательна.

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

## 3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки рекомендуется применять средства поверки, приведённые в таблице 5.

3.2 Применяемые средства поверки должны быть исправны, средства измерений поверены и иметь действующие документы о поверке.

3.3 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик, поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

Таблица 5 – Средства поверки

Наименование, обозначение	Номер пункта Методики	Рекомендуемый тип средства поверки и его регистрационный номер в Федеральном информационном фонде или метрологические характеристики
<b>Основные средства поверки</b>		
1. Прибор сравнения	8.3	Установка поверочная векторная компарирующая УПВК-МЭ 61850, рег. № 60987-15
2. Трансформатор напряжения измерительный	8.3.1	Трансформатор напряжения измерительный эталонный NVRD, рег. № 32397-12
3. Трансформатор тока измерительный	8.3.2	Трансформатор тока измерительный лабораторный ТТИ-5000.5, рег. № 27007-04
4. Калибратор	8.3.1-8.3.2	Калибратор универсальный 9100, рег. № 25985-09
<b>Вспомогательные средства поверки</b>		
5. Установка для проверки параметров электрической безопасности	8.2	Установка для проверки параметров электрической безопасности GPT-79803, рег. № 50682-12
6. Источник напряжения	8.3.1	Трансформатор высоковольтный испытательный ТВИ-100/145, диапазон воспроизведений напряжения переменного тока до 100 кВ
7. Источник тока	8.3.2	Источник тока регулируемый «ИТ5000», диапазон воспроизведений силы переменного тока до 6 кА
8. Термогигрометр электронный	8.2-8.3	Термогигрометр электронный «CENTER» модель 313, рег. № 22129-09

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

4.1 К проведению поверки допускаются лица, имеющие документ о повышении квалификации в области поверки средств измерений электротехнических и магнитных величин.

4.2 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 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 (правилами безопасности) при эксплуатации электроустановок». Должны быть соблюдены также требования безопасности, изложенные в эксплуатационных документах на КДТН применяемые средства поверки.

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:

- температура окружающего воздуха ( $20 \pm 10$ ) °С;
- относительная влажность воздуха от 45 до 75 %;
- атмосферное давление от 86 до 106 кПа

6.2 Для контроля температуры окружающей среды и относительной влажности воздуха использовать термогигрометр электронный «CENTER» модель 313.

## 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 КДТН в условиях окружающей среды, указанных в п. 6.1, не менее 8 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 КДТН проверяют:

- соответствие комплектности перечню, указанному в паспорте;
- соответствие серийного номера, указанного на маркировочной табличке, серийному номеру, указанному в паспорте;
- отсутствие механических повреждений, деформаций и ослабление крепления элементов конструкции (повреждение корпуса, разъёма);

Результат внешнего осмотра считают положительным, если выполняются вышеуказанные требования.

### 8.2 Проверка электрической прочности и сопротивления изоляции

#### 8.2.1 Проверка электрической прочности изоляции первичной обмотки

1) Проверку электрической прочности изоляции первичной обмотки одноминутным напряжением промышленной частоты преобразователей проводить между цепями, приведёнными в таблице 6.

Таблица 6 – Испытательное напряжение для проверки электрической прочности изоляции

Проверяемая цепь	Действующее значение испытательного напряжения, кВ (в зависимости от номинального напряжения)
Между зажимом защитного заземления и высоковольтным выводом преобразователя	28

2) Испытания проводить с помощью трансформатора высоковольтного испытательного ТВИ-100/145 (далее по тексту – ТВИ-100/145).

3) На проверяемую цепь КДТН подать испытательное напряжение переменного тока частотой 50 Гц со среднеквадратичным значением 1000 В, увеличивая его в течение 5-20 с до значения, указанного в таблице 4 для данной цепи. Поддерживать заданное значение напряжения неизменным в течение 1 мин.

Результаты проверки считают положительными, если не произошло пробоя изоляции или повторяющегося искрения. Появление коронного разряда или шума при испытаниях не является признаком неудовлетворительных результатов испытаний.

#### 8.2.2 Проверка электрического сопротивления изоляции

Проверку электрического сопротивления изоляции проводить между цепями, указанными в таблице 6.

1) Электрическое сопротивление изоляции измерять с помощью установки для проверки параметров электрической безопасности GPT-79803 (далее - GPT-79803).

2) На проверяемую цепь КДТН подать испытательное напряжение равное 500 В. Через 30 с после подачи испытательного напряжения произвести отсчёт показаний.

Результаты проверки считают положительными, если измеренные значения электрического сопротивления изоляции не менее 20 МОм.

### 8.3 Определение нормируемых метрологических характеристик

8.3.1 Перед определением нормируемых метрологических характеристик необходимо провести определение действительных значений коэффициента усиления усилителя в следующей последовательности:

1) подготавливают средства поверки в соответствии с их руководствами по эксплуатации;

2) собирают схему, представленную на рисунке 1 (для определения коэффициента усиления и угла фазового сдвига канала тока) или на рисунке 2 (для определения коэффициента усиления и угла фазового сдвига канала напряжения);

*Примечание – для определения действительных значений коэффициента усиления, а также для определения метрологических характеристик КДТН, необходимо организовать общий контур заземления, и принять меры по исключению дополнительных паразитных подключений к общему контуру заземления.*

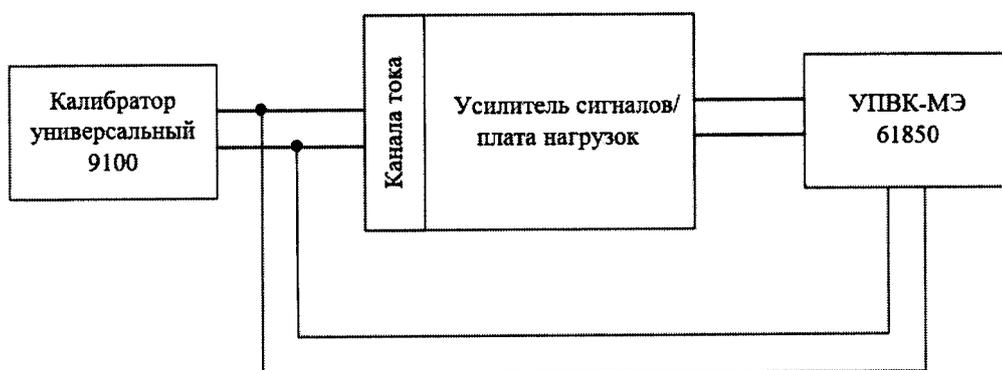


Рисунок 1 – Структурная схема определения коэффициента усиления и угла фазового сдвига канала тока

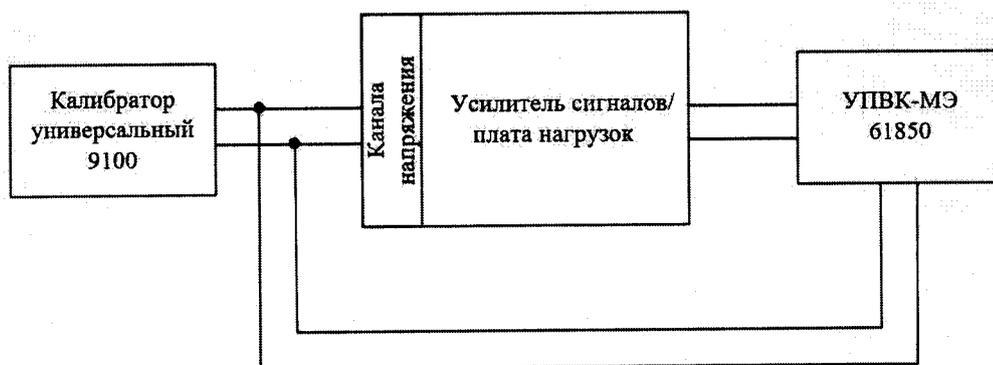


Рисунок 2 – Структурная схема определения коэффициента усиления и угла фазового сдвига канала напряжения

3) на вход усилителя при помощи калибратора универсального 9100 (далее по тексту – калибратор) подаются сигналы, соответствующие вторичным сигналам КДТН при частоте 50 Гц:

- для датчика тока: 1,5; 7,5; 30; 150 мВ;
- для датчика напряжения: 85; 105; 125; 140; 175; 215 мВ.

4) измеряется значение сигнала на выходе усилителя и калибратора при помощи установки поверочной векторной компарирующей УПК-МЭ 61850 (далее по тексту – УПК);

5) при помощи УПК фиксируется значение угла фазового сдвига между входным и выходным сигналом усилителя только для значений согласно таблице 7;

6) рассчитывается коэффициент усиления для каждого испытательного сигнала, по формуле (1).

$$k_y = \frac{U_{ув}}{U_{уп}}, \quad (1)$$

где  $U_{ув}$  – напряжение на выходе усилителя, измеренное при помощи УПК, мВ;

$U_{уп}$  – напряжение на входе усилителя, заданное при помощи калибратора и измеренное при помощи мультиметра 3458А из состава УПК, мВ.

Результаты определения действительных значений коэффициента усиления каналов с усилением оформляются в протоколе по форме таблицы 7.

Таблица 7 – Результаты калибровки канала с усилением

Канал усиления	Напряжение на входе усилителя, $U_{уп}$ , мВ	Напряжение на выходе усилителя, $U_{ув}$ , мВ	Значение коэффициента усиления	Значение угла фазового сдвига, ...'
Силы переменного тока	1,5			-
	7,5			-
	30			-
	150			-
Напряжения переменного тока	85			-
	105			-
	125			-
	140			-
	175			-
	215			-

8.3.2 Определение относительной погрешности коэффициента масштабного преобразования силы переменного тока и абсолютной угловой (угла фазового сдвига) погрешности

Определение погрешностей осуществляется при помощи источника тока регулируемого «ИТ5000» (далее – ИТ5000), трансформатора тока измерительного лабораторного ТТИ-5000.5 (далее – ТТИ), УПК, калибратора и усилителя в следующей последовательности:

1) Подготавливают средства поверки и КДТН в соответствии с их руководствами по эксплуатации.

2) Собирают схемы подключений согласно рисунку 3 (для испытательных сигналов до 10 А) и рисунку 4 (для испытательных сигналов свыше 10 до 1000 А).

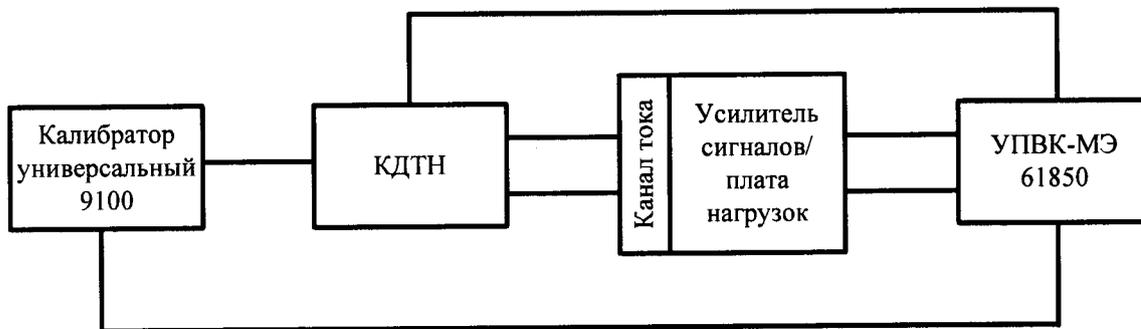


Рисунок 3 – Структурная схема определения относительной погрешности коэффициента масштабного преобразования силы переменного тока и абсолютной угловой (угла фазового сдвига) погрешности (для испытательных сигналов до 10 А)

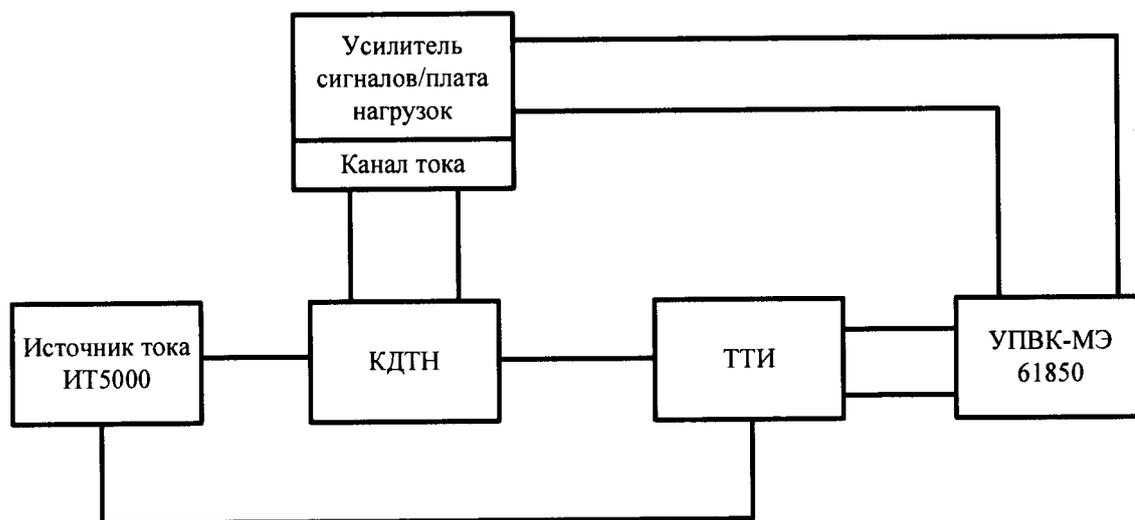


Рисунок 4 - Структурная схема определения относительной погрешности коэффициента масштабного преобразования силы переменного тока и абсолютной угловой (угла фазового сдвига) погрешности (для испытательных сигналов свыше 10 до 1000 А)

3) При помощи калибратора или источника (в зависимости от значения испытательного сигнала) поочередно воспроизводят испытательные сигнала, равные:

- 0,5; 2,5; 10 А – при помощи калибратора
- 50; 100; 150; 200; 300; 400; 600; 1000 А – при помощи ИТ5000

4) Считывают измеренные значения при помощи УПКВ.

5) Рассчитывают значения погрешности по формулам (2) и (3).

$$\delta k_I = \frac{U_1 \cdot k_y / k_I - I_3 \times k_{ТТ}}{I_3 \times k_{ТТ}} \cdot 100 (\%), \quad (2)$$

$$\Delta \varphi_I = (\varphi_{изм} - \varphi_3) \cdot 60 (\dots'), \quad (3)$$

где  $U_1$  – измеренное значение испытательного сигнала (напряжения переменного тока), поступившего от КДТН на УПКВ, В;

$k_I$  – значение коэффициента передачи силы переменного тока, указанное в паспорте на КДТН, В/кА;

$k_y$  – значение коэффициента усиления, вычисленное в п. 8.3.1;

$I_3$  – измеренное значение испытательного сигнала (силы переменного тока), поступившего от эталонного ТТИ, А;

$k_{ТТ}$  – значение коэффициента трансформации ТТИ;

$\varphi_{\text{изм}}$  – измеренное значение угла фазового сдвига напряжения вторичной обмотки КДТН при помощи УПВК, ... °;

$\varphi_3$  – измеренное значение угла фазового сдвига тока при помощи УПВК, ... °.

б) Результаты оформляют в протоколе поверки по форме таблицы 8.

Таблица 8 – Результаты проверки метрологических характеристик КДТН при измерении силы переменного тока

I, А	Значения измеренные при помощи эталонных СИ		Полученное значение погрешности	
	I <sub>э</sub> , А	U <sub>1</sub> , В	Масштабного коэффициента, %	Угловая, ...'
0,5				
2,5				
10				
50				
100				
150				
200				
300				
400				
600				
1000				

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешностей не превышают значений, представленных в п.1.4.

8.3.3 Определение погрешности коэффициента масштабного преобразования напряжения переменного тока и абсолютной угловой (угла фазового сдвига) погрешности КДТН

Определение погрешностей осуществляется при помощи трансформатора напряжения измерительного эталонного NVRD (далее по тексту – NVRD), УПВК, трансформатора высоковольтного испытательного ТВИ-100/145 (далее по тексту – ТВИ) и усилителя в следующей последовательности:

1) Подготавливают средства поверки и КДТН в соответствии с их руководствами по эксплуатации.

2) Собирают схему подключений согласно рисунку 5.

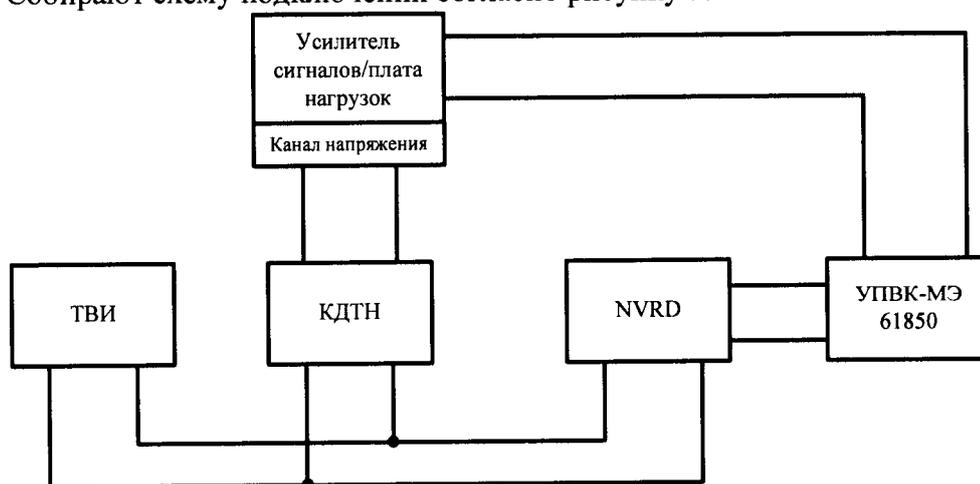


Рисунок 5 – Структурная схема определения погрешности коэффициента масштабного преобразования напряжения переменного тока и абсолютной угловой (угла фазового сдвига) погрешности КДТН

3) При помощи ТВИ воспроизводят испытательные сигналы, равные 80 %, 100 % и 120 % номинального напряжения.

4) Считывают измеренные значения с УПВК.

5) Рассчитывают погрешности по формулам (4) и (5).

$$\delta k_U = \frac{U_v/k_U - U_3 \times k_{ТН}}{U_3 \times k_{ТН}} 100 (\%), \quad (4)$$

$$\Delta\varphi_U = (\varphi_{изм} - \varphi_3) \cdot 60 (\dots^\circ), \quad (5)$$

где  $U_U$  – измеренное значение испытательного сигнала (напряжения переменного тока), поступившего от КДТН на УПВК, мВ;

$k_U$  – значение коэффициента передачи напряжения переменного тока, указанное в паспорте КДТН, мВ/кВ;

$U_3$  – измеренное значение испытательного сигнала (напряжения переменного тока), поступившего от NVRD, В;

$k_{ТН}$  – значение коэффициента трансформации NVRD;

$\varphi_{изм}$  – измеренное значение угла фазового сдвига напряжения вторичной обмотки напряжения КДТН при помощи УПВК, ... °;

$\varphi_3$  – измеренное значение угла фазового сдвига напряжения, при помощи УПВК, ... °.

6) Результаты оформляются в протоколе по форме таблицы 9.

Таблица 9 – Результаты проверки метрологических характеристик КДТН напряжения

U, В	Значения измеренные при помощи эталонных СИ		Полученные значения погрешностей	
	U <sub>3</sub> , В	U <sub>v</sub> , В	Масштабного коэффициента, %	Угловая, ...'
2700				
3000				
4100				
4600				
5700				
7000				

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешностей не превышают значений, представленных в п.1.4.

## 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 измерений;
- заводской (серийный) номер;
- обозначение документа, по которому выполнена поверка;
- наименования, обозначения и заводские (серийные) номера использованных при поверке средств поверки (со сведениями о поверке последних);
- температура и влажность в помещении;
- фамилия лица, проводившего поверку;

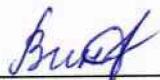
– результаты каждой из операций поверки.

Допускается не оформлять протокол поверки отдельным документом, а результаты операций поверки указывать 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 любой из операций поверки, описанных в таблице 4, выдается извещение о непригодности в соответствии с Приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 02.07.2015 г. № 1815.

Инженер отдела испытаний ООО «ИЦРМ»

  
\_\_\_\_\_

Ю.А. Винокурова