

Комплексы средств поверки цифровых электронных трансформаторов тока и напряжения КЭТ-61850

Назначение средства измерений

Комплексы средств поверки цифровых электронных трансформаторов тока и напряжения КЭТ-61850 (далее - КЭТ-61850) предназначены для калибровки и поверки электронных трансформаторов напряжения (ЭЛТН) с номинальным первичным напряжением до $330/\sqrt{3}$ кВ, выпускаемых по ГОСТ Р МЭК 60044-7-2010, и электронных трансформаторов тока (ЭЛТТ) с номинальным первичным током до 5 кА, выпускаемых по ГОСТ Р МЭК 60044-8-2010, выходные сигналы которых представлены цифровым потоком в соответствии с МИ 3476-2015 "Технические требования по реализации цифрового интерфейса для измерительных преобразователей с использованием МЭК 61850-9-2 LE".

Описание средства измерений

Принцип действия КЭТ-61850 состоит в сравнении выходного сигнала поверяемого ЭЛТН или ЭЛТТ, представленного цифровым потоком в формате стандарта МЭК 61850-9-2LE, с аналоговым выходным сигналом соответствующего эталонного измерительного преобразователя (ИП).

В результате сравнения определяются:

- погрешность напряжения (δ_U) и угловая погрешность ($\Delta\varphi_U$) поверяемого ЭЛТН;
- токовая погрешность (δ_I) и угловая погрешность ($\Delta\varphi_I$) поверяемого ЭЛТТ;
- полные погрешности ЭЛТН ($\delta_{ПУ}$) и ЭЛТТ ($\delta_{ПТ}$).

В состав КЭТ-61850 входят следующие основные компоненты:

- установка поверочная векторная компарирующая УПК-МЭ 61850;
- эталонные ИП напряжения и тока;
- регулируемые источники напряжения и тока.

Условное обозначение Комплексов средств поверки цифровых электронных трансформаторов тока и напряжения КЭТ-61850 при их заказе и в документации другой продукции, в которой они могут быть применены:

КЭТ-61850-Х

где:

Х – обозначение модификации КЭТ-61850 по типу поверяемых электронных трансформаторов:

- Н – для поверки ЭЛТН;
- Т – для поверки ЭЛТТ;
- НТ – для поверки ЭЛТН и ЭЛТТ.

В качестве эталонных ИП напряжения могут быть использованы измерительные трансформаторы напряжения и (или) преобразователи напряжения высоковольтные типа ПВЕ.

В качестве эталонных ИП тока могут быть использованы измерительные трансформаторы тока.

Внешний вид КЭТ-61850, представлен на рисунке 1.

Архангельск (8182)63-90-72
Астана (7172)727-132
Астрахань (8512)99-46-04
Барнаул (3852)73-04-60
Белгород (4722)40-23-64
Брянск (4832)59-03-52
Владивосток (423)249-28-31
Волгоград (844)278-03-48
Вологда (8172)26-41-59
Воронеж (473)204-51-73
Екатеринбург (343)384-55-89
Иваново (4932)77-34-06

Ижевск (3412)26-03-58
Иркутск (395)279-98-46
Казань (843)206-01-48
Калининград (4012)72-03-81
Калуга (4842)92-23-67
Кислово (3842)65-04-62
Киров (8332)68-02-04
Краснодар (861)203-40-90
Красноярск (391)204-63-61
Курск (4712)77-13-04
Липецк (4742)52-20-81
Киргизия (996)312-96-26-47

Магнитогорск (3519)55-03-13
Москва (495)268-04-70
Мурманск (8152)59-64-93
Набережные Челны (8552)20-53-41
Нижний Новгород (831)429-08-12
Новокузнецк (3843)20-46-81
Новосибирск (383)227-86-73
Омск (3812)21-46-40
Орел (4862)44-53-42
Оренбург (3532)37-68-04
Пенза (8412)22-31-16
Казахстан (772)734-952-31

Пермь (342)205-81-47
Россия (495)268-04-70
Ростов-на-Дону (863)308-18-15
Рязань (4912)46-61-64
Самара (846)206-03-16
Санкт-Петербург (812)309-46-40
Саратов (845)249-38-78
Севастополь (8692)22-31-93
Симферополь (3652)67-13-56
Смоленск (4812)29-41-54
Сочи (862)225-72-31
Ставрополь (8652)20-65-13

Сургут (3462)77-98-35
Тверь (4822)63-31-35
Томск (3822)98-41-53
Тула (4872)74-02-29
Тюмень (3452)66-21-18
Ульяновск (8422)24-23-59
Уфа (347)229-48-12
Хабаровск (4212)92-98-04
Челябинск (351)202-03-61
Череповец (8202)49-02-64
Ярославль (4852)69-52-93



- 1 – УПК-МЭ 61850;
2 – Эталонный трансформатор напряжения класса точности 0,01;
3 – Регулируемый источник высокого напряжения;
4 – эталонный преобразователь напряжения ПВЕ;
5 – Эталонный трансформатор тока класса точности 0,01;
6 – Регулируемый источник тока;
7 – Эталонный трансформатор тока класса точности 0,05

Рисунок 1 – Внешний вид КЭТ-61850

Программное обеспечение

В КЭТ-61850 используется программное обеспечение (ПО) входящей в его состав установки поверочной векторной компарирующей УПВК-МЭ 61850.

В качестве ПО в УПВК-МЭ 61850 применяется ПО "EnergoEtalon™".

Программный код, выполняющий метрологически значимые операции и вычисления, а так же контролирующей значения поправочных множителей и поправок, которые учитываются при вычислении результатов измерений и определяются при регулировке или поверке, выделен в отдельные обособленные библиотеки "MeasureProcessorLib" "SignalSourceLib". Функции данных библиотек остаются неизменными при любых изменениях программы, не связанных с вычислениями и расчетами.

Для проверки подлинности и неизменности данных библиотек в программе предусмотрена функция расчета контрольной суммы по полиномиальному алгоритму CRC32. При обнаружении ошибки контрольной суммы на дисплей выводятся соответствующие сообщения. Эта контрольная сумма должна совпадать с контрольной суммой, полученной другими программами для расчета контрольных сумм. Идентификационные данные ПО и значения контрольных сумм, приведены в таблице 1.

ПО, а также массивы поправочных множителей и поправок защищены от изменений или удаления паролем. Приборы имеют защиту от подбора пароля.

Таблица 1

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	"EnergoEtalon™"
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.x.x ¹⁾
Номер версии (идентификационный номер) метрологически значимой части ПО ("MeasureProcessorLib")	1.0.0
Цифровой идентификатор метрологически значимой части ПО ("MeasureProcessorLib")	0xB9D73E72 (CRC32)
Номер версии (идентификационный номер) метрологически значимой части ПО ("SignalSourceLib ")	1.0.0
Цифровой идентификатор метрологически значимой части ПО ("SignalSourceLib ")	0xE2A6B640 (CRC32)

¹⁾ –специальными символами x.x заменены элементы в обозначении версии, отвечающие за метрологически незначимую часть.

Уровень защиты программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений – «средний» в соответствии с рекомендациями по метрологии Р 50.2.077-2014.

Метрологические и технические характеристики

Диапазоны напряжения, при которых производится поверка ЭлТН, соответствуют диапазонам измерения входящих в состав КЭТ-61850 эталонных ИП напряжения. Максимальный диапазон напряжения – от 0,4 до 230 кВ.

Диапазоны тока, при которых производится поверка ЭлТТ, соответствуют диапазонам измерения входящих в состав КЭТ-61850 эталонных ИП тока. Максимальный диапазон тока - от 0,05 до 6000 А.

Определение погрешностей ЭлТН и ЭлТТ производится при частоте переменного тока (50 ±0,2) Гц.

Погрешности поверяемых ЭлТН и ЭлТТ по модулю δ_U и δ_I , и их угловые погрешности $\Delta\varphi_U$, и $\Delta\varphi_I$ определяются в диапазонах ±50 % и ±180 градусов, соответственно. Полные погрешности поверяемых ЭлТН и ЭлТТ $\delta_{ПУ}$ и $\delta_{ПИ}$ определяются в диапазоне ±50 %.

Пределы допускаемых абсолютных погрешностей определения δ_U , δ_I , Δ_{ϕ_U} и Δ_{ϕ_I} , называемые далее пределами допускаемых погрешностей КЭТ-61850 при поверке ЭлТН (Δ_{δ_U} и $\Delta_{\Delta_{\phi_U}}$) и при поверке ЭлТТ (Δ_{δ_I} и $\Delta_{\Delta_{\phi_I}}$), оцениваются как композиции пределов допускаемых погрешностей используемых эталонных ИП напряжения и тока и пределов допускаемой погрешности установки УПВК-МЭ 61850 для соответствующих значений напряжения или тока по формулам:

$$D_{d_U} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{d_{U_{ИП}}^2 + d_{U_{УПВК}}^2}, \% \quad (1)$$

где $\delta_{U_{ИП}}$ – пределы допускаемой погрешности напряжения эталонного ИП напряжения, %;
 $\delta_{U_{УПВК}}$ – пределы допускаемой погрешности измерения напряжения УПВК-МЭ 61850, %.

$$D_{d_I} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{d_{I_{ИП}}^2 + d_{I_{УПВК}}^2}, \% \quad (2)$$

где $\delta_{I_{ИП}}$ – пределы допускаемой токовой погрешности эталонного ИП тока в установленном диапазоне значений тока, %;

$\delta_{I_{УПВК}}$ – пределы допускаемой погрешности измерения силы тока УПВК-МЭ 61850, %.

$$D_{D_{\phi_U}} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{D_{j_{U_{ИП}}}^2 + D_{j_{U_{УПВК}}}^2}, \text{ мин.} \quad (3)$$

где $\Delta_{\phi_{U_{ИП}}}$ – пределы допускаемой угловой погрешности эталонного ИП напряжения, мин.;

$\Delta_{\phi_{U_{УПВК}}}$ – пределы допускаемой угловой погрешности УПВК-МЭ 61850, мин.

$$D_{D_{\phi_I}} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{D_{j_{I_{ИП}}}^2 + D_{j_{I_{УПВК}}}^2}, \text{ мин.} \quad (4)$$

где $\Delta_{\phi_{I_{ИП}}}$ – пределы допускаемой угловой погрешности эталонного ИП тока в установленном диапазоне значений тока, мин.;

$\Delta_{\phi_{I_{УПВК}}}$ – пределы допускаемой угловой погрешности УПВК-МЭ 61850, мин.

Пределы допускаемых абсолютных погрешностей определения δ_{PI} и δ_{PI} , называемые далее пределами допускаемых погрешностей КЭТ-61850 при поверке ЭлТН ($\Delta_{\delta_{PI}}$) и при поверке ЭлТТ ($\Delta_{\delta_{PI}}$), оцениваются как композиции пределов допускаемых погрешностей КЭТ-61850 Δ_{δ_U} и $\Delta_{\Delta_{\phi_U}}$ по формулам:

$$D_{d_{PI}} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{D_{d_U}^2 + (0,029 \cdot D_{D_{\phi_U}})^2}, \% \quad (5)$$

$$D_{d_{PI}} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{D_{d_I}^2 + (0,029 \cdot D_{D_{\phi_I}})^2}, \% \quad (6)$$

При комплектации эталонными многопредельными трансформаторами тока (эталонными ИП тока) классов точности 0,01 и 0,05 (базовая комплектация) пределы допускаемых погрешностей КЭТ-61850 при поверке ЭлТТ представлены в таблице 2.

При комплектации эталонными ИП напряжения классов точности 0,01 и 0,05 (базовая комплектация) пределы допускаемых погрешностей КЭТ-61850 при поверке ЭлТН представлены в таблице 3.

Источник тока, входящий в состав КЭТ-61850, обеспечивает формирование сигнала тока в диапазоне от 0,05 А до 6 кА.

Источник напряжения, входящий в состав КЭТ-61850, обеспечивает формирование сигнала напряжения в диапазоне от 0,4 до 230 кВ.

Таблица 2

Класс точности эталонного ИП тока	Пределы допускаемых погрешностей		
	Δ_{δ_I} , %	$\Delta_{\Delta_{\phi_I}}$, мин.	$\Delta_{\delta_{PI}}$, %
0,01	0,016	1,16	0,04
0,05	0,056	3,32	0,12

Таблица 3

Класс точности эталонного ИП напряжения	Пределы допускаемых погрешностей		
	$\Delta_{\delta U}$, %	$\Delta_{\Delta \phi U}$, мин.	$\Delta_{\delta \Pi U}$, %
0,01	0,016	1,16	0,04
0,05	0,056	3,32	0,12

Таблица 4 - Общие технические характеристики КЭТ-61850

Характеристика	Значение
Потребляемая мощность от сети питания, В·А, не более	18000
Среднее время наработки на отказ, ч	10000
Средний срок службы, лет	10
Время установления рабочего режима, мин.	30
Максимальная продолжительность непрерывной работы, часов	16

Таблица 5 – Нормальные и рабочие условия применения приборов

Влияющая величина	Значение (область значений)	
	нормальное	рабочее
Температура окружающего воздуха, °С	23 ±2	23 ±5
Относительная влажность воздуха, %	от 30 до 80	до 80 при 20 °С
Атмосферное давление, кПа	от 84 до 106,7	от 84 до 106,7
Частота питающей сети, Гц	50 ±0,2	50 ±0,2
Фазное напряжение питающей сети, В	220 ±22	220 ±22
Коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения питания, %	до 5	до 5

Знак утверждения типа

наносится на титульных листах эксплуатационной документации типографским способом и на шильдике, закрепленном на стойке приборной.

Комплектность средства измерений

Таблица 6 - Комплект поставки КЭТ-61850

Наименование	Количество
Установка поверочная векторная компарирующая УПВК-МЭ 61850 ¹⁾	1 шт.
Комплект эталонных ИП напряжения ²⁾	1 шт.
Комплект эталонных ИП тока ²⁾	1 шт.
Источник высокого напряжения регулируемый ²⁾	1 шт.
Источник тока регулируемый ²⁾	1 шт.
Программное обеспечение "EnergoEtalon™"	1 шт.
Руководство по эксплуатации МС2.706.500 РЭ ³⁾	1 экз.
Формуляр МС2.706.500 ФО	1 экз.
Методика поверки	1 экз.
Комплект упаковки	1 шт.

1) Состав УПВК определяется при заказе;

2) Номенклатура эталонных ИП и источников напряжения и тока определяется при заказе.

3) Ремонтная (поверочная) документация поставляется по требованию организаций, производящих ремонт (поверку).

Поверка

осуществляется по документу МП 2203-0288-2015 «Комплексы средств поверки цифровых электронных трансформаторов тока и напряжения КЭТ-61850. Методика поверки», утвержденному ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» в июне 2015 г.

Основным средством поверки является Установка поверочная векторная компарирующая "УПК-МЭ 61850".

Сведения о методиках (методах) измерений

изложены в руководстве по эксплуатации МС2.706.500 РЭ.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к Комплексам средств поверки цифровых электронных трансформаторов тока и напряжения КЭТ-61850

ГОСТ 22261-94. Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия.

МИ 1940-88 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений силы переменного электрического тока от $1 \cdot 10^{-8}$ до 25 А в диапазоне частот от 20 до $1 \cdot 10^6$ Гц.

ГОСТ Р 8.648-2008 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений переменного напряжения до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-2}$ до $2 \cdot 10^9$ Гц.

ГОСТ 8.551-2013 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений электрической мощности и электрической энергии в диапазоне частот от 1 до 2500 Гц.

ТУ 4381-059-49976497-2015 «Комплексы средств поверки цифровых электронных трансформаторов тока и напряжения КЭТ-61850. Технические условия»

Архангельск (8182)63-90-72
Астана (7172)727-132
Астрахань (8512)99-46-04
Барнаул (3852)73-04-60
Белгород (4722)40-23-64
Брянск (4832)59-03-52
Владивосток (423)249-28-31
Волгоград (844)278-03-48
Вологда (8172)26-41-59
Воронеж (473)204-51-73
Екатеринбург (343)384-55-89
Иваново (4932)77-34-06

Ижевск (3412)26-03-58
Иркутск (395)279-98-46
Казань (843)206-01-48
Калининград (4012)72-03-81
Калуга (4842)92-23-67
Кемерово (3842)65-04-62
Киров (8332)68-02-04
Краснодар (861)203-40-90
Красноярск (391)204-63-61
Курск (4712)77-13-04
Липецк (4742)52-20-81
Киргизия (996)312-96-26-47

Магнитогорск (3519)55-03-13
Москва (495)268-04-70
Мурманск (8152)59-64-93
Набережные Челны (8552)20-53-41
Нижний Новгород (831)429-08-12
Новокузнецк (3843)20-46-81
Новосибирск (383)227-86-73
Омск (3812)21-46-40
Орел (4862)44-53-42
Оренбург (3532)37-68-04
Пенза (8412)22-31-16
Казахстан (772)734-952-31

Пермь (342)205-81-47
Россия (495)268-04-70
Ростов-на-Дону (863)308-18-15
Рязань (4912)46-61-64
Самара (846)206-03-16
Санкт-Петербург (812)309-46-40
Саратов (845)249-38-78
Севастополь (8692)22-31-93
Симферополь (3652)67-13-56
Смоленск (4812)29-41-54
Сочи (862)225-72-31
Ставрополь (8652)20-65-13

Сургут (3462)77-98-35
Тверь (4822)63-31-35
Томск (3822)98-41-53
Тула (4872)74-02-29
Тюмень (3452)66-21-18
Ульяновск (8422)24-23-59
Уфа (347)229-48-12
Хабаровск (4212)92-98-04
Челябинск (351)202-03-61
Череповец (8202)49-02-64
Ярославль (4852)69-52-93

<https://mars.nt-rt.ru/> || msn@nt-rt.ru