

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Установки поверочные векторные компарирующие "УПВК-МЭ 61850"

#### Назначение средства измерений

Установки поверочные векторные компарирующие "УПВК-МЭ 61850" (далее - УПВК) предназначены для калибровки и поверки измерительных преобразователей (ИП) напряжения или тока, 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", или по интерфейсу IEEE-488.2, путем сравнения (компарирования) их с аналоговыми выходными сигналами эталонных ИП напряжения или эталонных ИП тока.

#### Описание средства измерений

Принцип действия УПВК состоит в сравнении цифрового потока мгновенных значений измеряемого напряжения (тока) на выходе поверяемого ИП, с цифровым потоком, полученным путем аналого-цифрового преобразования мгновенных значений выходного напряжения (тока) эталонного ИП с помощью синхронизированного аналого-цифрового преобразователя (АЦП). Аналоговый сигнал со вторичных цепей эталонных ИП напряжения поступает непосредственно на вход АЦП. Аналоговый сигнал со вторичных цепей эталонных ИП тока поступает на шунт, с которого снимается сигнал напряжения, поступающий на вход АЦП.

Синхронизация потоков, необходимая для их сравнения производится с помощью генератора сигналов произвольной формы (ГСПФ) и интерфейсных модулей. Сравнение (компарирование) цифровых потоков от поверяемого и эталонного ИП производится в персональном компьютере (ПК) с установленным специализированным ПО "EnergоEtalon<sup>TM</sup>". На дисплее ПК индицируются значения погрешностей поверяемого ИП и значения параметров измеряемой величины, при которых выполняется поверка.

В состав УПВК входят:

- мультиметр 3458А (госреестр № 25900-03), выполняющий функцию синхронизированного аналого-цифрового преобразователя (далее - АЦП) мгновенных значений выходных сигналов эталонных измерительных преобразователей

- устройство синхронизации, включающее: генератор сигналов произвольной формы (ГСПФ) (Госреестр № 53565-13 или Госреестр № 52150-12) и интерфейсные модули связи с приемником сигналов UTC (например, радиочасами) и (или) системами синхронизации входных сигналов поверяемых измерительных преобразователей;

- системы управления, обработки и представления информации на основе персонального компьютера (ПК), реализующая с использованием специализированного программного обеспечения (ПО) "EnergоEtalon<sup>TM</sup>" функции вычисления значений измеряемых величин, приема и обработки результатов измерений поверяемых (калибруемых) СИ, а также вычисления погрешностей этих СИ;

- шунт переменного тока эталонный с номинальным током в диапазоне от 0,1 до 10 А (шунты используются для калибровки и поверки ИП тока).

УПВК могут быть использованы автономно или в составе установок для поверки электронных трансформаторов напряжения (ЭТН), выпускаемых по ГОСТ Р МЭК 60044-7-2010, и электронных трансформаторов тока (ЭТТ), выпускаемых по ГОСТ Р МЭК 60044-8-2010.

Питание УПВК осуществляется от сети переменного тока (220 ± 22) В, (50 ± 2,5) Гц.

Компоненты УПВК размещаются в стойке приборной. Внешний вид УПВК представлен на рисунке 1. Клеймо поверителя после поверки наносится на УПВК в виде наклейки на боковую стенку стойки приборной.

Условное обозначение УПВК при их заказе и в документации другой продукции, в которой они могут быть применены: УПВК-МЭ 61850.



Рисунок 1 – Внешний вид УПВК.

## Программное обеспечение

В качестве ПО в УПВК применяется ПО "EnergoEtalon™".

Программный код, выполняющий метрологически значимые операции и вычисления, а также контролирующий 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 <sup>1)</sup>
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)
<sup>1)</sup> –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

УПВК обеспечивают измерение параметров выходного напряжения эталонных ИП напряжения в диапазонах и с пределами допускаемых основных погрешностей измерения, указанными в таблице 2. Номинальные значения поддиапазонов измерения напряжения  $U_H$ , В: 0,07; 0.7; 7; 70 и 240.

УПВК обеспечивают измерение параметров выходного тока эталонных ИП тока в диапазонах и с пределами допускаемых основных погрешностей измерения, указанными в таблице 3.

Номинальные значения силы тока  $I_H$ : в диапазоне от 0,1 А до 10 А.

УПВК обеспечивают измерение выходных сигналов эталонных ИП напряжения переменного тока и эталонных ИП переменного тока при частоте основной (первой) гармоники ( $f_1$ ) в диапазоне от 40 до 500 Гц.

Таблица 2 Диапазоны измерений и пределы допускаемых погрешностей измерений УПВК при измерении выходного напряжения эталонных ИП напряжения

Измеряемые величины	Диапазон измерений	Вид погрешности, пределы допускаемой погрешности	Примечание
Среднеквадратическое значение напряжения переменного тока и среднеквадратическое значение основной гармоники напряжения (U), В	от $0,1U_H$ до $1,2U_H$	Относительная, %, $\pm 0,01$	
Напряжение постоянного тока (U), В	от $0,01U_H$ до $1,7U_H$	Относительная, %, $\pm [0,01 + 0,001(1,7U_H/U - 1)]$	постоянная составляющая сигнала
Частота переменного тока ( $f_1$ ), Гц	от 40 до 500	Относительная, %, $\pm 0,0001$	$0,1U_H \leq U \leq 1,2U_H$
Угол фазового сдвига между основной гармоникой входного напряжения и фронтом опорного сигнала 1 Гц, градус	от -180 до +180	Абсолютная, градус $\pm 0,0054 \cdot (f/50)$	$0,1U_H \leq U \leq 1,2U_H$
Суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения (THD <sub>U</sub> ), порядок гармоник от 2 до 50, %	от 0 до 50	Абсолютная, %, $\pm 0,01$	$0,1U_H \leq U \leq 1,2U_H$ THD <sub>U</sub> < 1.0
		Относительная, %, $\pm 1$	$0,1U_H \leq U \leq 1,2U_H$ THD <sub>U</sub> ≥ 1.0

Таблица 3 Диапазоны измерений и пределы допускаемых погрешностей измерений УПВК при измерении силы выходного тока эталонных ИП тока с использованием шунтов

Измеряемые величины	Диапазон измерений	Вид погрешности, пределы допускаемой погрешности	Примечание
Среднеквадратическое значение силы переменного тока и среднеквадратическое значение основной гармоники тока (I), А	От $0,01I_H$ до $1,2I_H$	Относительная, %, $\pm 0,01$	$0,1I_H \leq I \leq 1,2I_H$
		$\pm [0,01 + 0,0005(1,2I_H/I - 12)]$	$0,01I_H \leq I < 0,1I_H$
Сила постоянного тока (I), А	От $0,01I_H$ до $1,2I_H$	Относительная, %, $\pm [0,01 + 0,0005(1,2I_H/I - 1)]$	постоянная составляющая сигнала
Частота переменного тока ( $f_1$ ), Гц	от 40 до 500	Относительная, %, $\pm 0,0001$	$0,05I_H \leq I \leq 1,2I_H$
Угол фазового сдвига между основной гармоникой входного тока и фронтом опорного сигнала 1 Гц, градус	от -180 до +180	Абсолютная, градус $\pm 0,0054 \cdot (f_1/50)$	$0,1I_H \leq I \leq 1,2I_H$
		$\pm 0,01 \cdot (f_1/50)$	$0,01I_H \leq I < 0,1I_H$
Суммарный коэффициент гармонических составляющих тока (THD <sub>I</sub> ), порядок гармоник от 2 до 50, %	От 0 до 50	Абсолютная, %, $\pm 0,01$	$0,05I_H \leq I \leq 1,2I_H$ THD <sub>I</sub> < 1.0
		Относительная, %, $\pm 1$	$0,05I_H \leq I \leq 1,2I_H$ THD <sub>I</sub> ≥ 1.0

При поверке (калибровке) измерительных преобразователей (ИП) напряжения или тока, выходные сигналы которых представлены цифровым потоком, УПВК обеспечивает определение следующих величин:

1) разности между измеренным значением аналогового сигнала (с учетом номинального коэффициента преобразования эталонного ИП, а при измерении силы тока – и с учетом действительного значения коэффициента преобразования шунта) и измеренным значением сигнала, представленного в виде цифрового потока (с учетом номинального коэффициента преобразования поверяемого ИП), выраженной в процентах от среднеквадратического значения аналогового сигнала;

2) угла сдвига фаз между векторами аналогового сигнала и сигнала, представленного в виде цифрового потока, с учетом угла сдвига фаз, вызванным номинальным углом сдвига фаз поверяемого ИП или его номинальным временем задержки;

3) векторной разности между аналоговым сигналом и сигналом, представленным в виде цифрового потока, выраженной в процентах от среднеквадратического значения аналогового сигнала с учетом угла сдвига фаз, вызванным номинальным углом сдвига фаз поверяемого ИП или его номинальным временем задержки.

При поверке ИП напряжения первая величина соответствует погрешности напряжения, вторая – угловой погрешности, а третья – полной погрешности по ГОСТ Р МЭК 60044-7-2010.

При поверке ИП тока первая величина соответствует токовой погрешности, вторая – угловой погрешности, а третья – полной погрешности по ГОСТ Р МЭК 60044-8-2010.

Диапазоны определения этих величин и пределы допускаемых основных погрешностей УПК в режиме компарирования аналогового и цифрового сигнала (без учета погрешностей эталонных ИП) указаны в таблицах 4 и 5.

Таблица 4 - Диапазоны определения погрешностей поверяемых ИП напряжения и пределы допускаемых погрешностей УПК

Измеряемая (определяемая) величина	Диапазон измерений	Вид погрешности, пределы допускаемой погрешности	Примечание
Погрешность напряжения	$\pm 50\%$	абсолютная, % $\pm 0,01$	$0,1U_H \leq U_1 \leq 1,2U_H$
Угловая погрешность	$\pm 180$ градусов	абсолютная, минут $\pm 0,324 \cdot (f_1/50)$	
Полная погрешность	$\pm 50\%$	абсолютная, % $\pm 0,02$	
$U_1$ – первичное напряжение поверяемого ИП, основная гармоника; $f_1$ – частота основной гармоники напряжения, Гц.			

Таблица 5 - Диапазоны определения погрешностей поверяемого ИП тока и пределы допускаемых погрешностей УПК

Измеряемая (определяемая) величина	Диапазон измерений	Вид погрешности, пределы допускаемой погрешности	Примечание
Погрешность токовая	$\pm 50\%$	абсолютная, % $\pm 0,01$	$0,1I_H \leq I_1 \leq 1,2I_H$
		абсолютная, % $\pm [0,01 + 0,0005(1,2I_H/I - 12)]$	$0,01I_H \leq I < 0,1I_H$
Угловая погрешность	$\pm 180$ градусов	абсолютная, мин. $\pm 0,324 \cdot (f_1/50)$	$0,1I_H \leq I_1 \leq 1,2I_H$
		абсолютная, мин. $\pm 0,6 \cdot (f_1/50)$	$0,01I_H \leq I < 0,1I_H$
Полная погрешность	$\pm 50\%$	абсолютная, %, $\pm 0,02$	$0,1I_H \leq I_1 \leq 1,2I_H$
		абсолютная, %, $\pm [0,02 + 0,0005(1,2I_H/I - 12)]$	$0,01I_H \leq I < 0,1I_H$
$I_1$ – первичный ток поверяемого ИП, основная гармоника; $f_1$ – частота основной гармоники напряжения, Гц.			

Общие технические характеристики УПВК приведены в таблице 6.

Таблица 6

Характеристика	Значение
Потребляемая мощность от сети питания, В·А, не более	900
Габаритные размеры стойки (длина, ширина, высота), мм, не более	700 × 600 × 2000
Масса укомплектованной стойки, кг, не более	150
Среднее время наработки на отказ, ч	10000
Средний срок службы, лет	10
Время установления рабочего режима, мин., не менее	30
Максимальная продолжительность непрерывной работы, ч.	16

Возможно расширение сервисных функций установки в части архивирования информации и формирования протоколов поверки, в соответствии с договором поставки.

Условия применения приведены в таблице 7.

Таблица 7.

Характеристика	Значение
Температура окружающего воздуха, °С	23 ± 5
Относительная влажность воздуха, %	до 80 при 25 °С
Атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	84 – 106,7 (630 – 800)

### Знак утверждения типа

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

### Комплектность средства измерений

Таблица 8 - Комплект поставки УПВК

Наименование	Обозначение	Кол-во
Генератор сигналов произвольной формы		1 шт.
Мультиметр 3458А		1 шт.
Шунт переменного тока эталонный 1 А и 5 А	МС5.638.001 <sup>1)</sup>	1 шт.
Стойка приборная <sup>3)</sup>		1 комплект
Преобразователь интерфейса GPIB		1 шт.
ПК с установленным на нем ПО "EnergoEtalon™"		1 комплект
Кабели измерительные и информационные		1 комплект
Кабели питания и блок розеток питания		1 комплект
Блок соединительный		1 шт.
Программное обеспечение "EnergoEtalon™" с Руководством пользователя - на CD-диске	МС2.702.502 Д1	1 шт.
Руководство по эксплуатации <sup>4)</sup>	МС2.702.502 РЭ	1 экз.
Формуляр	МС2.702.502 ФО	1 экз.
Методика поверки	МП 2203-0286-2015	1 экз.
Дополнительные принадлежности <sup>2)</sup> :		
Приемник сигналов UTC		1 шт.

Примечания.

- 1) - шунты переменного тока эталонные могут быть с иным номинальным током или могут быть исключены из состава УПВК в соответствии с договором на поставку;
- 2) - дополнительные принадлежности поставляются в соответствии с договором. В комплект могут быть включены другие дополнительные изделия, устанавливаемые в договоре;
- 3) – поставляется в разобранном виде;
- 4) – ремонтная (поверочная) документация поставляется по требованию организаций, производящих ремонт (поверку).

### **Поверка**

осуществляется по документу МП 2203-0286-2015 «Установки поверочные векторные компарирующие "УПВК-МЭ 61850". Методика поверки», утвержденному ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» в марте 2015 г.

Основные средства поверки: Государственный первичный эталон единицы электрической мощности в диапазоне частот от 1 до 2500 Гц ГЭТ 153-2012; частотомер электронно-счетный типа ЧЗ-63 (Госреестр № 9084-83).

### **Сведения о методиках (методах) измерений**

изложены в руководстве по эксплуатации МС2.702.502 РЭ.

### **Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к Установкам поверочным векторным компарирующим "УПВК-МЭ 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 4381-055-49976497-2014 Установки поверочные векторные компарирующие "УПВК-МЭ 61850" Технические условия.

### **Изготовитель**

ООО "НПП Марс-Энерго", г. Санкт Петербург  
199034, Санкт-Петербург, 13-ая линия В.О., д. 6-8, лит. А, пом.40Н  
Тел./факс (812) 327-21-11, (812) 309-03-56  
e-mail: [mail@mars-energo.ru](mailto:mail@mars-energo.ru)  
ИНН 7826694683

### **Испытательный центр**

ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»  
190005, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д.19  
тел. (812) 251-76-01, факс (812) 713-01-14, e-mail: [info@vniim.ru](mailto:info@vniim.ru)  
Аттестат аккредитации ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30001-10 от 20.12.2010 г.

Заместитель Руководителя  
Федерального агентства  
по техническому регулированию  
и метрологии

С.С. Голубев

М.п. «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2015 г.