

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Калибраторы цифровых сигналов КЦ61850

Назначение средства измерений

Калибраторы цифровых сигналов КЦ61850 (далее - калибраторы) предназначены для формирования цифровых сигналов (по IEC 61850-9-2:2011) переменного или постоянного напряжения и силы тока сложной формы, состоящих из синусоидальных сигналов основной частоты с номинальным значением 50/60 Гц, постоянного смещения и гармонических составляющих, с заданными значениями параметров напряжения и силы тока (в том числе показателей качества электрической энергии), углов фазового сдвига и электрической мощности.

Описание средства измерений

Принцип действия калибраторов основан на формировании цифровых (дискретизированных) сигналов, рассчитанных на основании заданных значений параметров напряжения и тока с помощью программного обеспечения, их последующем преобразовании и воспроизведении.

Формируемый сигнал может иметь заданные изменяемые флаги качества и обеспечивать программируемый пропуск кадров выходного потока.

Калибраторы состоят из аппаратной и программной частей. Аппаратная часть представляет собой единую конструкцию, выполненную в настольном варианте. Программная часть представляет собой внешнее программное обеспечение, которое функционирует на базе компьютера, подключаемого к аппаратной части калибратора с помощью цифрового интерфейса. Внешний вид аппаратной части калибраторов, схема пломбирования от несанкционированного доступа и обозначение места нанесения знака поверки представлены на рисунке 1.



Рисунок 1- Общий вид аппаратной части калибраторов, схема пломбирования от несанкционированного доступа, обозначение места нанесения знака поверки

Калибраторы предназначены для формирования сигналов постоянного или переменного напряжения и силы тока сложной формы, состоящих из синусоидального сигнала основной частоты, n -ых гармонических составляющих (n изменяется от 2 до 50), m -ых интергармонических составляющих (m - номер интергармонической составляющей, изменяется от 1 до 49), с возможностью добавления постоянной составляющей, каждая из составляющих генерируемого сигнала определяется своей амплитудой независимо друг от друга.

При генерации цифровых сигналов калибраторы могут выставлять различные атрибуты качества замера и метки времени, а также - обеспечивать привязку генерации нулевой выборки цифрового потока к шкале единого времени (UTC) с заданным временным сдвигом. Калибраторы могут формировать собственную шкалу сигнала 1PPS на электрическом выходе, привязанную к шкале единого времени (UTC) или без привязки.

Условное обозначение калибратора при поставке:

КЦ61850 - А - Б - В, где

КЦ61850	Обозначение типа: Калибраторы цифровых сигналов КЦ61850	
А	Основная функциональность прибора	
	1	Выдача синусоидального сигнала с заданными параметрами амплитуды, частоты, сдвига фаз и постоянной составляющей сигнала тока и напряжения
	2	Выдача синусоидального сигнала с заданными параметрами амплитуды, частоты, сдвига фаз, постоянной составляющей и спектральных составляющих (показателей качества электроэнергии) сигнала тока и напряжения
	3	Выдача синусоидального сигнала с заданными параметрами амплитуды, частоты, сдвига фаз, постоянной составляющей и спектральных составляющих (показателей качества электроэнергии) сигнала тока и напряжения, а также сигнала произвольной формы
Б	Расширенная функциональность прибора	
	1	Выдаваемый сигнал снабжается заданными флагами качества
	2	Формируемый сигнал может изменять флаги качества в процессе выдачи
	3	Формируемый сигнал может изменять флаги качества в процессе выдачи, а также - формировать заданные пропуски пакетов данных
В	Тип выхода формируемого сигнала	
	ТХ	Витая медная пара 100/1000 Мбит
	ММ100	Многомодовое оптоволокно 100 Мбит
	ММ1000	Многомодовое оптоволокно 1000 Мбит
	SM1000	Одномодовое оптоволокно 1000 Мбит
МТ	Витая медная пара 100/1000 Мбит + Многомодовое оптоволокно 100 Мбит	

Программное обеспечение

Программное обеспечение (далее по тексту - ПО) калибраторов включает:

- встроенное ПО аппаратной части калибраторов: программа «КЦ61850»;
- внешнее ПО, состоящее из двух взаимодействующих модулей: библиотека управления калибратором и программа «Калибратор потока 61850».

Встроенное ПО осуществляет воспроизведение выходных сигналов напряжения и тока с заданными параметрами.

Библиотека управления калибратором «КЦ61850» предназначена для автоматизации формирования выходных сигналов напряжения и тока и обеспечивает выполнение следующих функций:

- расчет значений производных параметров выходных сигналов, рассчитанных на основании исходных параметров, введенных пользователем;
- сохранение значений параметров выходных сигналов.

Программа «КЦ61850» обеспечивает выполнение следующих функций:

- обеспечение взаимодействия с операционной средой, центральными и периферийными устройствами персонального компьютера;
- ввод значений исходных параметров выходных сигналов;
- определение формы и способов представления информации.

Встроенное ПО (программа «КЦ61850») и внешнее программное обеспечение (библиотека управления калибратором «КЦ61850») являются метрологически значимыми частями ПО.

Идентификационные данные встроенного ПО калибраторов приведены в таблице 1.

Уровень защиты встроенного ПО - «Высокий» в соответствии с рекомендациями Р 50.2.077-2014.

Таблица 1 - Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	КЦ61850
Номер версии (идентификационный номер ПО), не ниже	1.0
Цифровой идентификатор ПО	-

Метрологические и технические характеристики

Номинальное среднеквадратическое значение воспроизводимого фазного напряжения $U_{ном}$: от 0,7 до 240 В.

Номинальное среднеквадратическое значение воспроизводимой силы тока $I_{ном}$: от 0,1 до 10 А.

Диапазон дополнительного программируемого масштабного коэффициента для номинальных значений силы и напряжения электрического тока: от 0,01 до 10^6 .

Метрологические характеристики калибраторов представлены в таблице 2. Технические характеристики калибраторов представлены в таблице 3.

Таблица 2 - Метрологические характеристики калибраторов

Параметр выходного сигнала	Диапазон значений	Пределы допускаемой основной погрешности (абсолютной D, относительной d)	Примеч.
Среднеквадратическое значение фазного (линейного) напряжения переменного тока $U_{пер}^{1)}$, В	от $0,01 \cdot U_{ном}$ до $1,2 \cdot U_{ном}$	$\pm 0,03$ % (d)	-
Частота переменного тока f , Гц	от 40 до 500	$\pm 0,0003$ % (d)	-
Угол фазового сдвига между фазными напряжениями основной частоты j_U , °	от -180 до + 180	$\pm 0,03$ ° (D)	-
Среднеквадратическое значение силы переменного тока $I_{пер}^{2)}$, А	от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $1,2 \cdot I_{ном}$	$\pm 0,03$ % (d)	-

Продолжение таблицы 2

Параметр выходного сигнала	Диапазон значений	Пределы допускаемой основной погрешности (абсолютной D , относительной d)	Примеч.
Угол фазового сдвига между фазными токами основной частоты $j_I, ^\circ$	от -180 до +180	$\pm 0,03^\circ (D)$	-
Угол фазового сдвига между одноимёнными напряжениями и токами основной частоты $j_{UI}, ^\circ$	от -180 до +180	$\pm 0,03^\circ (D)$	-
Напряжение постоянного тока $U_{\text{пост}}, В$	от $0,01 \cdot U_{\text{ном}}$ до $1,7 \cdot U_{\text{ном}}$	$\pm(0,03 + 0,001 \cdot (1,7 \cdot U_{\text{ном}} / U - 1)) \% (d)$	-
Сила постоянного тока $I_{\text{пост}}, А$	от $0,01 \cdot I_{\text{ном}}$ до $1,7 \cdot I_{\text{ном}}$	$\pm(0,03 + 0,001 \cdot (1,7 \cdot I_{\text{ном}} / I - 1)) \% (d)$	-
Параметры измерения ПКЭ			
Положительное отклонение фазного (линейного) напряжения $\delta U_{(+)}, \%$	от 0 до 100	$\pm 0,03 \% (d)$	-
Отрицательное отклонение фазного (линейного) напряжения $\delta U_{(-)}, \%$	от 0 до 100	$\pm 0,03 \% (d)$	-
Установившееся отклонение фазного (линейного) напряжения $\delta U_y, \%$	от -100 до +100	$\pm 0,03 \% (d)$	-
Коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности $K_{2U}, \%$	от 0 до 50	$\pm 0,03 \% (D)$	-
Коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности $K_{0U}, \%$	от 0 до 50	$\pm 0,03 \% (D)$	-
Среднеквадратическое значение n-ой гармонической составляющей фазного (линейного) напряжения, порядок гармоник от 2 до 50, В	от 0 до $U_{\text{ном}}$	$\pm 0,01 В (D)$	$U_{(n)} \leq 1,0$
		$\pm 1,0 \% (d)$	$U_{(n)} > 1,0$
Коэффициент n-ой гармонической составляющей фазного (линейного) напряжения $K_{U(n)}$, порядок гармоник от 2 до 50, %	от 0 до 100	$\pm 0,01 \% (D)$	$K_{U(n)} \leq 1,0$
		$\pm 1,0 \% (d)$	$K_{U(n)} > 1,0$

Продолжение таблицы 2

Параметр выходного сигнала	Диапазон значений	Пределы допускаемой основной погрешности (абсолютной D, относительной d)	Примеч.
Суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения THD_U , %	от 0 до 100	$\pm 0,01$ % (D)	$K_U \leq 1,0$
		$\pm 1,0$ % (d)	$K_U > 1,0$
Среднеквадратическое значение m-ой интергармонической составляющей фазного (линейного) $U_{(m)}$ напряжения, порядок интергармоник от 1 до 49, В	от 0 до $0,5 \cdot U_{ном}$	$\pm 0,01$ В (D)	$U_{(m)} \leq 1,0$
		$\pm 1,0$ % (d)	$U_{(m)} > 1,0$
Коэффициент m-ой интергармонической составляющей фазного (линейного) напряжения $K_{U(m)}$, порядок интергармоник от 1 до 49, %	от 0 до 50	$\pm 0,01$ % (D)	$K_{U(m)} \leq 1,0$
		$\pm 1,0$ % (d)	$K_{U(m)} > 1,0$
Отклонение частоты переменного тока Δf , Гц	от -10 до +10	$\pm 0,0003$ % (d)	-
Коэффициент несимметрии тока по обратной последовательности K_{2I} , %	от 0 до 50	$\pm 0,03$ % (D)	-
Коэффициент несимметрии тока по нулевой последовательности K_{0I} , %	от 0 до 50	$\pm 0,03$ % (D)	-
Среднеквадратическое значение n-ой гармонической составляющей $I_{(n)}$ тока, порядок гармоник от 2 до 50, А	от 0 до $I_{ном}$	$\pm 0,01$ А (D)	$I_{(n)} \leq 0,01$
		$\pm 1,0$ % (d)	$I_{(n)} > 0,01$
Коэффициент n-ой гармонической составляющей тока $K_{I(n)}$, порядок гармоник от 2 до 50, %	от 0 до 100	$\pm 0,01$ % (D)	$K_{I(n)} \leq 1,0$
		$\pm 1,0$ % (d)	$K_{I(n)} > 1,0$
Суммарный коэффициент гармонических составляющих силы переменного тока THD_I , %	от 0 до 100	$\pm 0,01$ % (D)	$K_I \leq 1,0$
		$\pm 1,0$ % (d)	$K_I > 1,0$
Среднеквадратическое значение m-ой интергармонической составляющей $I_{(m)}$ тока, порядок интергармоник от 1 до 49, А	от 0 до $0,5 \cdot I_{ном}$	$\pm 0,01$ А (D)	$I_{(m)} \leq 0,01$
		$\pm 1,0$ % (d)	$I_{(m)} > 0,01$

Продолжение таблицы 2

Параметр выходного сигнала	Диапазон значений	Пределы допускаемой основной погрешности (абсолютной D , относительной d)	Примеч.
Коэффициент m -ой интергармонической составляющей фазного (линейного) тока $K_{I(m)}$, порядок интергармоник от 1 до 49, %	от 0 до 50	$\pm 0,01$ % (D)	$K_{I(m)} \leq 1,0$
		$\pm 1,0$ % (d)	$K_{I(m)} > 1,0$
Угол фазового сдвига между фазным напряжением и током прямой $\varphi_{U_{111}}$, обратной $\varphi_{U_{212}}$, нулевой $\varphi_{U_{010}}$ последовательности, °	от -180 до +180	$\pm 0,1^\circ$ (D)	-
Угол фазового сдвига между n -ми гармоническими составляющими фазного напряжения и тока $\varphi_{UI(n)}$, °	от -180 до +180	$\pm 0,1^\circ$ (D)	-
Параметры измерения провалов и перенапряжений, фликера			
Длительность провала напряжения переменного тока Δt_p , с	от 0,01 до 60	$\pm 0,003$ с (D)	-
Глубина провала напряжения δU_p , %	от 0 до 100	$\pm 0,05$ % (D)	-
Длительность прерывания напряжения $\Delta t_{\text{пер}}$, с	от 0 до 60	$\pm 0,003$ с (D)	-
Длительность временного перенапряжения $\Delta t_{\text{пер}}$, с	от 0,01 до 60	$\pm 0,003$ с (D)	-
Коэффициент временного перенапряжения $K_{\text{пер}}$, отн. ед.	от 1,0 до 2,0	$\pm 0,0005$ отн.ед. (D)	-
Кратковременная P_{St} и длительная P_{Lt} доза фликера, отн. ед.	от 0,2 до 20	$\pm 1,5$ % (d)	-
Параметры электрической мощности			
Коэффициент мощности	от -1 до +1	$\pm 0,003$ (D)	-
Активная фазная (P_A, P_B, P_C) и трехфазная мощность (P), активная фазная ($P_{A(1)}, P_{B(1)}, P_{C(1)}$) и трехфазная мощность ($P_{(1)}$) основной частоты, активная мощность прямой (P_1), нулевой (P_0), обратной (P_2) последовательности, Вт	от $0,01 \cdot U_{\text{ном}} \cdot I_{\text{ном}}$ до $1,2 \cdot U_{\text{ном}} \cdot I_{\text{ном}}$	$\pm 0,05$ % (d)	-

Продолжение таблицы 2

Параметр выходного сигнала	Диапазон значений	Пределы допускаемой основной погрешности (абсолютной D , относительной d)	Примеч.
Активная фазная ($P_{A(n)}$, $P_{B(n)}$, $P_{C(n)}$) и трехфазная ($P_{(n)}$) мощность n -ой гар- монической составляю- щей, Вт	от 0 до $U_{ном} \cdot I_{ном}$	$\pm 0,05$ Вт (D)	$P_{(n)} \leq 0,01$
		$\pm 3,0$ % (d)	$P_{(n)} > 0,01$
Реактивная фазная (Q_A , Q_B , Q_C) и трехфазная мощность (Q), реактив- ная фазная ($Q_{A(1)}$, $Q_{B(1)}$, $Q_{C(1)}$) и трехфазная ($Q_{(1)}$) мощность основной час- тоты, реактивная мощ- ность прямой (Q_1), нуле- вой (Q_0), обратной (Q_2) последовательности, вар	от $0,01 \cdot U_{ном} \cdot I_{ном}$ до $1,2 \cdot U_{ном} \cdot I_{ном}$	$\pm 0,1$ % (d)	-
Реактивная фазная ($Q_{A(n)}$, $Q_{B(n)}$, $Q_{C(n)}$) и трехфазная ($Q_{(n)}$) мощность n -ой гармонической состав- ляющей, вар	от 0 до $U_{ном} \cdot I_{ном}$	$\pm 0,05$ вар (D)	$Q_{(n)} \leq 0,01$
		$\pm 3,0$ % (d)	$Q_{(n)} > 0,01$
Полная фазная (S_A , S_B , S_C) и трехфазная (S) мощность, полная фазная ($S_{A(1)}$, $S_{B(1)}$, $S_{C(1)}$) и трех- фазная ($S_{(1)}$) мощность основной гармоника, пол- ная мощность прямой (S_1), нулевой (S_0), обрат- ной (S_2) последователь- ности, В·А	от $0,01 \cdot U_{ном} \cdot I_{ном}$ до $1,2 \cdot U_{ном} \cdot I_{ном}$	$\pm 0,1$ % (d)	-
Полная фазная ($S_{A(n)}$, $S_{B(n)}$, $S_{C(n)}$) и трехфазная ($S_{(n)}$) мощность n -ой гар- монической составляю- щей, В·А	от 0 до $U_{ном} \cdot I_{ном}$	$\pm 0,05$ В·А (D)	$S_{(n)} \leq 0,01$
		$\pm 3,0$ % (d)	$S_{(n)} > 0,01$

Продолжение таблицы 2

Параметр выходного сигнала	Диапазон значений	Пределы допускаемой основной погрешности (абсолютной D , относительной d)	Примеч.
Параметры измерения времени			
Диапазон измерения времени при синхронизации с помощью ГЛОНАСС/GPS-приемника, по Ethernet посредством протокола PTP и по входному сигналу 1PPS, ч	от 0 до 24	$\pm 0,2$ мкс (Δ) ³⁾	-
<p>Примечания</p> <p>1) Диапазон измерения и пределы допускаемой погрешности среднеквадратического значения напряжения переменного тока равны диапазонам и пределам допускаемых погрешностей: среднеквадратических значений напряжения основной частоты $U_{(1)}$, среднеквадратических значений напряжения с учетом всех спектральных составляющих выходного сигнала U, среднеквадратических значений напряжения прямой U_1, обратной U_2 и нулевой U_0 последовательностей.</p> <p>2) Диапазон измерения и пределы допускаемой погрешности среднеквадратического значения силы переменного тока равны диапазонам и пределам допускаемых погрешностей: среднеквадратических значений силы переменного тока основной частоты $I_{(1)}$, среднеквадратических значений силы переменного тока с учетом всех спектральных составляющих выходного сигнала I, среднеквадратических значений силы переменного тока прямой I_1, обратной I_2 и нулевой I_0 последовательностей.</p> <p>3) Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности, вызванной отсутствием внешнего источника точного времени составляет не более $\pm 0,2$ мкс/с.</p>			

Таблица 3 - Технические характеристики калибраторов

Характеристика	Значение
Параметры сети электропитания: - напряжение переменного тока, В - частота переменного тока, Гц	220 \pm 22 50,0 \pm 0,5
Потребляемая мощность, В·А, не более	25
Источник сигнала синхронизации времени	1PPS электрический 1PPS оптический PTP-протокол Внутренняя синхронизация
Время установления рабочего режима, мин, не более	10
Продолжительность непрерывной работы, ч, не менее	8
Частота дискретизации по выходу «IEC 61850-9-2», число выборок в секунду	4000, 12800 (стандартно) 1000, 2000, 16000, 32000, 64000 (специальное исполнение)
Формируемые наборы данных	IEC 61850-9-2LE SV80/SV256, IEC 61850-9-2

Продолжение таблицы 3

Характеристика	Значение
Габаритные размеры калибраторов (высота × длина × ширина), мм, не более	75 × 300 × 200
Масса калибраторов, кг, не более	5
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	20 000
Средний срок службы, лет, не менее	10
Рабочие условия: - температура окружающего воздуха, °С - относительная влажность воздуха при температуре окружающего воздуха +25 °С, %, не более	от +20 до +30 80

Знак утверждения типа

наносят на лицевую панель калибраторов методом шелкографии или гравирования, на титульный лист паспорта типографским способом.

Комплектность средства измерений

Комплектность калибраторов в таблице 4.

Таблица 4 - Комплектность

Наименование изделия	Количество
Калибратор цифровых сигналов КЦ61850	1 шт.
Кабель сетевой 220 Вт, 10 А	1 шт.
Программное обеспечение	1 шт.
Калибратор цифровых сигналов КЦ61850. Паспорт	1 экз.
Калибраторы цифровых сигналов КЦ61850. Методика поверки	1 экз.

Поверка

осуществляется по документу МП 66142-16 «Калибраторы цифровых сигналов КЦ61850. Методика поверки», утверждённому ООО «ИЦРМ» в октябре 2016 года.

Основные средства поверки приведены в таблице 5.

Таблица 5 - Основные средства поверки

Наименование и тип средства поверки	Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде
Установка поверочная векторная компарирующая УПВК-МЭ 61850	60987-15
Калибратор универсальный 9100	25985-09
Установка поверочная универсальная УППУ-МЭ 3.1К	39138-08
Сервер синхронизации времени ССВ-1Г	58301-14
Осциллограф цифровой АКПП 4115/1А	51561-12

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

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в паспорте.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к калибраторам цифровых сигналов КЦ61850

- 1 ГОСТ 22261-94 «Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия»
- 2 ГОСТ 30804.4.7-2013 (IEC 61000-4-7:2009) «Совместимость технических средств электромагнитная. Общее руководство по средствам измерений и измерениям гармоник и интергармоник для систем электроснабжения и подключаемых к ним технических средств»
- 3 ГОСТ 30804.4.30-2013 (IEC 61000-4-30:2008) «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Методы измерений показателей качества электрической энергии»
- 4 ГОСТ 31818.11-2012 (IEC 62052-11:2003) «Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Общие требования. Испытания и условия испытаний. Часть 11. Счетчики электрической энергии»
- 5 ГОСТ 31819.22-2012 (IEC 62053-22:2003) «Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Частные требования. Часть 22. Статические счетчики активной энергии классов точности 0,2S и 0,5S»
- 6 ГОСТ 31819.23-2012 (IEC 62053-23:2003) «Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Частные требования. Часть 23. Счетчики статические реактивной энергии»
- 7 ГОСТ 32144-2013 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения»
- 8 ГОСТ Р 8.655-2009 «Государственная система обеспечения единства измерений. Средства измерений показателей качества электрической энергии. Общие технические требования»
- 9 IEC 61850-9-2 «Системы автоматизации и сети на подстанциях. Часть 9-2. Схема особого коммуникационного сервиса (SCSM). Значения выборок по ISO/IEC 8802-3»
- 10 ТУ 422260-001-2016 «Калибраторы цифровых сигналов КЦ61850. Технические условия»

Изготовитель

Закрытое акционерное общество «Центр промышленной автоматизации»
(ЗАО «Центр промышленной автоматизации»), ИНН 5040099482
Адрес: 107023, г. Москва, ул. Электrozаводская, 21 к.41
Телефон/факс +7 (499) 286-26-10; E-mail: secr@pa-center.ru

Испытательный центр

Общество с ограниченной ответственностью «Испытательный центр разработок в области метрологии» (ООО «ИЦРМ»)
Юридический адрес: 142704, Московская область, Ленинский район, г. Видное, Промзона тер., корпус 526
Тел.: +7 (495) 278-02-48; E-mail: info@ic-rm.ru
Аттестат аккредитации ООО «ИЦРМ» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № RA.RU.311390 от 18.11.2015 г.

Заместитель
Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии

С.С. Голубев

М.п. « ____ » _____ 2016 г.