

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

### Калибраторы мощности КФМ-06.1

#### Назначение средства измерений

Предназначены для воспроизведения напряжения и силы постоянного тока, напряжения и силы переменного тока в диапазоне частот с регулировкой фазы между ними. Соединение трех калибраторов воспроизводит трехфазную систему напряжений и токов.

#### Описание средства измерений

Калибраторы мощности КФМ-06.1 (далее калибраторы) применяются для поверки и испытаний амперметров, вольтметров, ваттметров, фазометров, измерительных преобразователей тока и напряжения, счетчиков электрической энергии (далее - СЭЭ).

Калибраторы выполнены в виде блока приборного исполнения и содержат управляемые источник напряжения и источник тока и многоканальный измеритель периодов импульсных сигналов. В качестве дополнительной опции калибраторы комплектуются многоканальными блоками сопряжения со стандартными интерфейсами RS232, RS485, ИРПС и UART.

Пользовательский интерфейс и управление калибраторами при выполнении испытательных и поверочных работ обеспечивается компьютером и прикладными программами программного комплекса (ПК) EMW2006, работающего в среде операционной системы Windows 2000 и ее последующих версий.

Задание значений параметров, характеризующих выходные сигналы источников напряжения и тока: частота, амплитуда и взаимный угол сдвига фаз, производится средствами прикладных управляющих программ ПК EMW2006. Для несинусоидальных сигналов дополнительно задаются параметры, которыми характеризуются их форма (гармонический состав). По этим параметрам управляющая программа рассчитывает цифровые массивы, описывающие сигналы источников напряжения и тока на временном интервале, и перезаписывает их в память цифровых процессоров калибратора. Цифровые коды сигналов преобразуются цифро-аналоговыми преобразователями в аналоговую форму и усиливаются усилителями.

Частота основной гармоники, общая для сигналов напряжения и тока, воспроизводится по заданному пользователем значению, либо синхронизируется частотой питающего напряжения или внешнего сигнала. Цепи источников напряжения и тока гальванически разделены между собой. Связь калибратора с компьютером осуществляется по порту USB .

Модификации калибраторов отличаются значениями выходных сигналов и классом точности: - КФМ-06.1.10 – источники напряжения и тока с бестрансформаторными выходами классы точности 0,05 и 0,1;

- КФМ-06.1.100 – в отличие от КФМ-06.1.10 источник тока содержит выходной трансформатор, расширяющий диапазон выходного переменного тока до 100 А, классы точности 0,1 и 0,2;

- КФМ-06.1.100.8 – в отличие от КФМ-06.1.100 источник напряжения снабжен выходным трансформатором, имеющим 8 гальванически разделенных между собой выходных цепей для поверки группы СЭЭ с неразъемным соединением цепей напряжения и тока, классы точности 0,1 и 0,2.

Примеры записи калибратора при заказе:

“Калибратор мощности КФМ-06.1.10, кл. точности 0,05. ТУ 4222-007-42369156-2012;

“Калибратор мощности КФМ-06.1.100, кл. точности 0,1 ТУ 4222-007-42369156-2012;

“Калибратор мощности КФМ-06.1.100.8, кл. точности 0,1. ТУ 4222-007-42369156-2012.

Фотографии общего вида и задней панели трех модификаций калибраторов мощности представлены на рисунках 1-3 с указанием места пломбирования.



а) Общий вид



б) Вид задней панели

Рисунок 1. Калибратор мощности КФМ-06.1.10



а) Общий вид



б) Вид задней панели

Рисунок 2. Калибратор мощности КФМ-06.1.100



а) Общий вид



б) Вид задней панели

Рисунок 3. Калибратор мощности КФМ-06.1.100.8

### Программное обеспечение

ПК EMW2006 включает прикладные управляющие программы, специализированные для выполнения отдельных видов испытательных работ, и общие для них вспомогательные программы и информационные файлы.

Версия 1.0 ПК EMW2006 включает в себя прикладные программы:

- «**Управление калибратором**» для программирования параметров выходных сигналов напряжения и тока калибратора мощности и их воспроизведения;

- «**Регулировка счетчиков**» - циклического определения погрешностей группы СЭЭ по импульсным выходным сигналам;

- «**Поверка счетчиков**» - автоматической поверки СЭЭ по импульсным выходным сигналам по заданному пользователем списку режимов источников напряжения и тока.

Прикладные программы ПК Emw2006 версии 1.0 и используемые ими метрологически значимые программные файлы приведены в таблице 1. Там же приведены значения их 128-ми битового хеш-кода, которые используются в качестве образцового отчета при идентификации программы с помощью специальной команды «Идентификация» в программной оболочке «Интегратор».

Алгоритм вычисления хеш-кода всех программных файлов - MD5.

Уровень защиты по МИ 3286: встроенного программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных воздействий – «А», внешнего программного обеспечения – «С».

Таблица 1 Метрологически значимые программные файлы ПК Emw2006 и значения их хеш-кода

Группа	Наименование программного файла	Идентификационное наименование ПО	Номер версии	Значения 128-ми битового хеш-кода
Общие программные	Интегратор	emw2006.exe	2.4.1.0	5329370C981BA7A70DDCB638E0A75E5D
	Подсистема взаимодействий	emwcomponents.dll	1.0.0.0	Определяется программным компонентом «Интегратор»
	Emw-драйвер	emwdrv.dll	2.4.1.0	Определяется программным компонентом «Интегратор»
Прикладные программы	Управление калибратором	emw2006setmode.exe	2.4.1.0	Определяется программным компонентом «Интегратор»
	Регулировка счетчиков	emw2006tuning.exe	2.4.1.0	Определяется программным компонентом «Интегратор»
	Поверка счетчиков	emw2006calibration.exe	2.4.1.0	Определяется программным компонентом «Интегратор»
КФМ-06.1.10	Конфигурация 1- фазная	EmwDrv061-10. Emwconfig	нет	Определяется программным компонентом «Интегратор»
	Конфигурация 3- фазная	EmwDrv061-10-3f. Emwconfig;	нет	Определяется программным компонентом «Интегратор»
	Драйвер	cfm061-10.dll	нет	Определяется программным компонентом «Интегратор»
	Ини-файл	cfm061-10.ini	нет	Определяется программным компонентом «Интегратор»
КФМ-06.1.100	Конфигурация 1- фазная	EmwDrv061-100. Emwconfig	нет	Определяется программным компонентом «Интегратор»
	Конфигурация 3- фазная	EmwDrv061-100-3f. Emwconfig;	нет	Определяется программным компонентом «Интегратор»
	Драйвер	cfm061-100.dll	нет	Определяется программным компонентом «Интегратор»
	Ини-файл	cfm061-100.ini	нет	Определяется программным компонентом «Интегратор»
КФМ-06.1.100.8	Конфигурация 1- фазная	EmwDrv061-100-8. Emwconfig	нет	Определяется программным компонентом «Интегратор»
	Конфигурация 3- фазная	EmwDrv061-100-8-3f. Emwconfig;	нет	Определяется программным компонентом «Интегратор»
	Драйвер	cfm061-100-8.dll	нет	Определяется программным компонентом «Интегратор»
	Ини-файл	cfm061-100-8.ini	нет	Определяется программным компонентом «Интегратор»

### Метрологические и технические характеристики

Метрологические и технические характеристики калибраторов приведены в таблице 2.

Таблица 2

Наименование параметра	Значение параметра		
	КФМ-06.1.10	КФМ-06.1.100	КФМ-06.1.100.8
1	2	3	4
Класс точности	0,05 / 0,1	0,1 / 0,2	0,1 / 0,2
Диапазон воспроизведения действующего значения напряжения переменного тока источником напряжения (от 0 до $U_m$ ), В	от 0 до 325	от 0 до 325	от 0 до 270
Диапазон воспроизведения действующего значения силы переменного тока источником тока (от 0 до $I_m$ ), А:	от 0 до 10	от 0 до 100	от 0 до 100
Диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока источником напряжения, В	от - 325 до +325	от - 325 до +325	-
Диапазон воспроизведения силы постоянного тока источником тока, А	от - 10 до +10	от - 10 до +10	от - 10 до +10
Диапазон воспроизведения частоты $f_1$ основной гармонической составляющей напряжения и тока, Гц	от 45 до 66	от 45 до 66	от 45 до 66
Диапазон воспроизводимых высших гармонических составляющих выходных сигналов источников напряжения и тока относительно частоты основной составляющей $f_1$	от 2 до 40	от 2 до 40	от 2 до 40
Диапазон воспроизведения угла сдвига фаз $j$ между основными гармониками тока и напряжения на частоте основной гармоники $f_1$ , град.	от 0 до 360	от 0 до 360	от 0 до 360
Дискретность воспроизведения напряжения постоянного* и переменного тока источника напряжения от максимального значения, %, не более - в диапазоне от 10 до 30, В - в диапазоне от 30 до 325, В * Кроме калибратора КФМ-06.1.100.8	0,025 0,0025	0,025 0,0025	0,025 0,0025
Дискретность воспроизведения силы постоянного и переменного тока источника тока от максимального значения тока диапазона, %, не более - в диапазоне от 0,01 – 0,1, А - в диапазоне от 0,1 – 1, А - в диапазоне от 1 – 10, А - в диапазоне от 10 – 100, А * * Только для силы переменного тока	0,025 0,0025 0,0025	0,025 0,0025 0,0025 0,0025	0,025 0,0025 0,0025 0,0025
Дискретность воспроизведения частоты основной гармоники сигналов источников тока и напряжения, не более, %	0,01	0,01	0,01
Дискретность воспроизведения угла сдвига фаз между основными гармониками выходных сигналов источника тока и источника напряжения, град.	0,005	0,005	0,005
Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока источником напряжения, %: - в диапазоне от 10 до 30, В - в диапазоне от 30 до 325, В	$\pm 0,1 / \pm 0,2$ $\pm 0,05 / 0,1$	$\pm 0,2 / \pm 0,2$ $\pm 0,1 / \pm 0,1$	- -
Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока источником напряжения на частоте основной гармоники $f_1$ , % - в диапазоне от 10 до 30, В - в диапазоне от 30 до 325 (270*), В *Для калибраторов КФМ-06.1.100.8	$\pm 0,1 / \pm 0,2$ $\pm 0,05 / \pm 0,1$	$\pm 0,1 / \pm 0,2$ $\pm 0,05 / \pm 0,1$	$\pm 0,1 / \pm 0,2$ $\pm 0,1 / \pm 0,1$
Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения силы постоянного тока источником тока, %: - в диапазоне от 0,01 до 0,1 А	$\pm 0,1 / \pm 0,2$	$\pm 0,2 / \pm 0,5$	$\pm 0,2 / \pm 0,5$

1	2	3	4
- в диапазоне от 0,1 до 10, А	±0,05 /±0,1	±0,1 / ±0,2	±0,1 / ±0,2
Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения силы переменного тока источником тока на частоте основной гармоники $f_1$ , %:			
- в диапазоне тока от 0,01 до 0,05, А	±0,1 / ±0,2	±0,1 / ±0,2	±0,1 / ±0,2
- в диапазоне тока от 0,05 до 10, А	±0,05 /±0,1	±0,05 / 0,1	±0,05 / ±0,1
- в диапазоне тока от 10 до 100, А	-	±0,1 / 0,2	±0,1 / ±0,2
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения частоты основной гармоники выходных сигналов источников напряжения и тока, Гц	±0,02	±0,02	±0,02
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения угла сдвига фаз между выходными сигналами источников напряжения и тока в рабочих диапазонах на частоте основной гармоники $f_1$ , град.	±0,03	±0,03/±0,06	±0,06
Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения активной (реактивной) мощности при $\cos \varphi$ ( $\sin \varphi$ ) >0,25 на частоте основной гармоники в диапазоне напряжений от 30 до $U_m$ , В			
±K•(0,5 +0,5/cos $\varphi$ ( $\sin \varphi$ )), %, где K равно:			
- в диапазоне тока от 0,01 до 0,05, А	±0,1 / ±0,2	±0,2 / ±0,4	±0,2 / ±0,4
- в диапазоне тока от 0,05 до 10, А	±0,05 /±0,1	±0,1 / ±0,2	±0,1 / ±0,2
- в диапазоне тока от 10 до 100, А	-	±0,1 / ±0,2	±0,1 / ±0,2
Относительные отклонения каждого из линейных напряжений от их среднего значения при соединении трех калибраторов в трехфазный в диапазоне от 30 до $U_m$ В на частоте основной гармоники $f_1$ , %, не более	±0,05/±0,1	±0,1/±0,2	±0,1/±0,2
Относительное значение суммы силы токов источников тока при соединении трех калибраторов в трехфазный на частоте основной гармоники, %, не более:			
- в диапазоне от 0,01 до 0,1, А	±0,1 / ±0,2	±0,2 / ±0,4	±0,2 / ±0,4
- в диапазоне от 0,1 до 10, А	±0,05 /±0,1	±0,1 / ±0,2	±0,1 / ±0,2
- в диапазоне от 10 до 100, А		±0,1 / ±0,2	±0,1 / ±0,2
Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения активной мощности от воздействия изменения напряжения питания, %/% $DU_{пит}$	±0,002	±0,005	±0,005
Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения активной мощности от изменения температуры, %/°С	±0,002	±0,005	±0,005
Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения коэффициента n-ой гармонической составляющей напряжения $K_{U(n)}$ в диапазоне от 0,05 до 49,9 для $2 \leq n \leq 40$ в диапазоне напряжения от 30 до 325 В			
±( $G_U + 0,01 \cdot (K_{U(n)max} / K_{U(n)} - 1) + 0,03n$ ), %, где $G_U$ равно:	±0,1	±0,1	*
* Для калибраторов КФМ-06.1.100.8 не нормируется			
Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения коэффициента n-ой гармонической составляющей тока $K_{I(n)}$ в диапазоне от 0,05 до 49,9 для $2 \leq n \leq 40$ , в диапазоне тока от 0,1 до 10 А			
±( $G_I + 0,01 \cdot (K_{U(n)max} / K_{U(n)} - 1) + 0,05n$ ), %, где $G_I$ равно:	±0,1	±0,2	±0,2
Кратковременная нестабильность на интервале 10 мин значений параметров выходных сигналов источников напряжения и тока относительно допускаемого значения основной погрешности, не более:	±0,5	±0,5	±0,5
Максимальное значение выходного тока источника напряжения при воспроизведении напряжения постоянного тока			

1	2	3	4
по модулю, А, не менее: - в диапазоне от 0 до 100, В - в диапазоне от 100 до 325, В	1,0 0,5	1,0 0,5	-
Максимальное действующее значение выходного тока источника напряжения в нагрузке с коэффициентом мощности $\cos \varphi$ от 1 до 0,2 при воспроизведении напряжения переменного тока на частоте основной гармоники $f_1$ , А, не менее: - в диапазоне напряжений от 0 до 100, В - в диапазоне напряжений от 100 до $U_m$ , В При гальваническом разделении цепей, А, не менее	1,0 0,5 -	1,0 0,5 -	1,0 0,5 0,05
Максимальное значение напряжения на нагрузке источника тока при воспроизведении силы постоянного тока более 0,1 А, В, не менее	±3,0	±3,0	±3,0
Максимальное значение выходной мощности на частоте основной гармоники $f_1$ : источника напряжения, ВА источника тока, ВА *Кроме режима гальванического разделения цепей напряжения	160 30	160 300	160* 300
Максимальное напряжение на нагрузке источника тока при воспроизведении силы переменного тока на частоте основной гармоники, В, не менее	3,0	3,0	3,0
Максимально допустимое значение сопротивления нагрузки источника тока при воспроизведении силы постоянного и переменного тока в диапазоне от 10 до 100 мА, Ом, не менее	30	30	30
Выходное сопротивление источника напряжения на частоте основной гармоники $f_1$ мОм, не более: - в диапазоне от 10 до 30, В - в диапазоне от 30 В до $U_m$ При гальваническом разделении цепей, Ом, не более	20 40	40 80	40 80 11
Выходная проводимость источника тока на частоте основной гармоники $f_1$ , 1/Ом, не менее: - в диапазоне тока от 0,01 до 0,05, А - в диапазоне тока от 0,05 до 1,0, А - в диапазоне тока от 0,05 до 10, А - в диапазоне тока от 10 до 100, А	$5 \cdot 10^{-6}$ $2 \cdot 10^{-5}$ $10^{-4}$ $10^{-3}$	$10^{-5}$ $4 \cdot 10^{-5}$ $2 \cdot 10^{-4}$ $2 \cdot 10^{-3}$	$10^{-5}$ $4 \cdot 10^{-5}$ $2 \cdot 10^{-4}$ $2 \cdot 10^{-3}$
Коэффициент искажения синусоидальности выходного напряжения источника напряжения на частоте основной гармоники $f_1$ в диапазоне от 30 В до $U_m$ , %, не более	0,05	0,05	0,1
Коэффициент искажения синусоидальности тока, воспроизводимого источником тока на частоте основной гармоники $f_1$ , %, не более: - в диапазоне тока от 0,1 до 10 А - в диапазоне тока от 10 до 100 А	0,05 -	0,1 0,1	0,1 0,1
Количество гальванически разделенных выходных цепей источника напряжения, не менее	-	-	8
Количество каналов измерения периодов импульсных сигналов	10	10	10
Диапазон частот входных импульсных сигналов при измерении их периода, Гц	от $10^{-3}$ до 4000 вкл.	от $10^{-3}$ до 4000 вкл.	от $10^{-3}$ до 4000 вкл.
Пределы допускаемой относительной погрешности, вносимой измерителями периодов импульсных сигналов при определении погрешностей счетчиков, %	±0,01	±0,01	±0,02
Кратность частот гармонических составляющих источников напряжения и тока по отношению к частоте основной гармоники	2 – 40	2 – 40	2 – 40
Время установления рабочего режима, ч, не более	0,5	0,5	0,5
Время непрерывной работы, ч, не более	8	8	8

1	2	3	4
Диапазон рабочих температур, °С	от 10 до 35	от 10 до 35	от 10 до 35
Параметры питающей сети переменного тока:			
- номинальное напряжение, В	220±4,4	220±4,4	220±4,4
- рабочий диапазон напряжений, В	от 198 до 253	от 198 до 253	от 198 до 253
- номинальная частота напряжения питания, Гц	50±0,5	50±0,5	50±0,5
Потребляемая мощность по цепи питания, ВА, не более	400	750	750
Габаритные размеры (длина; ширина; высота), мм, не более	450; 440; 173	450; 445; 173	450; 445; 173
Масса, кг, не более	18	22	26
Наработка на отказ Тср, ч, не менее	18000	18000	18000
Средний срок службы Тсл, лет, не менее	10	10	10
Примечания: 1) Если значения параметров для калибраторов разных классов точности не совпадают, то они указаны дробью, соответственно, 0,05 / 0,1 и 0,1/0,2. 2) Максимальные и минимальные значения границ диапазонов изменения параметров принадлежат указанным диапазонам. 3) Если диапазон изменения параметра выходного сигнала источников разбит на поддиапазоны, то граничное значение соседних поддиапазонов принадлежит меньшему из них.			

### Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносится на переднюю панель калибраторов методом трафаретной печати.

В эксплуатационной документации на титульных листах изображение Знака наносится печатным способом.

### Комплектность средства измерений

Комплект поставки калибраторов приведен в таблице 3.

Таблица 3

Условное обозначение	Наименование	Количество		
		КФМ-06.1.10	КФМ-06.1.100	КФМ-06.1.100.8
Калибратор мощности КФМ-06.1.XXX.X.X	4222-07-42369156-2012	1	1	1
Кабель сетевого питания 220 В	АС-102 «Евровилка»	1		1
Кабель «USB 2.0 А-В»	НИКА.422271.008.03	1	1	1
Штекер угловой красный	LAS S W RED	2	1	1
Штекер угловой черный	LAS S W BLACK	2	1	1
Разъем цепи напряжения	DB25M	-	-	1
Кожух разъема	DP25	-	-	1
Замыкатель цепи тока	НИКА.422271.007.04	1	1	1
*Кабель межфазный Кб-ВС	НИКА.422280.008.008	2	2	2
Вставка плавкая ВП-2Б-1В 10А 250 В	АГО.481.304.ТУ	2	2	2
Программный пакет ЕМW2006	НИКА.505500.00	1	1	1
Диск CD				
Руководство по эксплуатации	4222-007-42369156-2012 РЭ	1	1	1
Методика поверки	4222-007-42369156-2012 МП			1
Ящик упаковочный	СВВ 12.55.00	1	1	1
* Модуль сопряжения МСИ	НИКА 422271.006	1 (2)	1 (2)	1 (2)
Примечание: позиции, отмеченные знаком (*), поставляются в соответствии с договором поставки				

## Поверка

осуществляется в соответствии с документом «Калибраторы мощности КФМ-06.1 Методика поверки МП 4222-007-42369156-2012», утвержденному ГЦИ СИ СНИИМ «15» сентября 2012 года.

Перечень основного оборудования, необходимого для поверки приведен в таблице 4.

Таблица 4

№ п/п	Наименование	Метрологические характеристики
1	Прибор электроизмерительный эталонный «Энергомонитор-3.1К02»	Диапазон переменных напряжений (0 – 480) В, $\delta U = 0,015\%$ ; диапазон переменных токов (0,05 – 100) А, $\delta I = 0,015\%$ ; активная мощность $\delta P = 0,02\%$
2	Калибратор-вольтметр универсальный Н4-12	Диапазон постоянных напряжений 0–1000 В, $\delta U = 0,01\%$ . Диапазон постоянных токов (0,001 – 50) А, $\delta I = 0,02\%$ .
3	Генератор сигналов низкочастотный прецизионный ГЗ-122	Диапазон частоты ( $10^{-4}$ - $2 \cdot 10^6$ ) Гц, ПГ $\pm 5 \cdot 10^{-7}$ .

## Сведения о методиках (методах) измерений

Методика измерений приведена в документе «Калибраторы мощности КФМ-06.1. Руководство по эксплуатации РЭ 42 22-007-42369156-2012».

## Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к калибраторам

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

«Калибраторы мощности КФМ-06.1. Технические условия ТУ 4222-007-42369156-2012»

«Калибраторы мощности КФМ-06.1 Методика поверки МП 4222-007-42369156-2012»

## Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

Выполнение работ по оценке соответствия промышленной продукции и продукции других видов, а также иных объектов установленным законодательством Российской Федерации обязательным требованиям.

## Изготовитель

Общество с ограниченной ответственностью «ЭНИКА» (ООО «ЭНИКА»)

Адрес: 634041, Томск, пр. Кирова 40-30

Тел./факс (3822)-428-154 e-mail: [enica@inbox.ru](mailto:enica@inbox.ru)

## Испытательный центр

ГЦИ СИ ФГУП «Сибирский государственный научно-исследовательский институт метрологии», (ГЦИ СИ ФГУП «СНИИМ»), регистрационный номер 30007-09

Адрес: 630004 г. Новосибирск, пр. Димитрова, 4

Тел.8(383) 210-16-18 e-mail: [evgrafov@sniim.nsk.ru](mailto:evgrafov@sniim.nsk.ru)

Заместитель Руководителя Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Ф.В. Булыгин

М.П.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2013 г.