

**ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ
ВНИИМС**

УТВЕРЖДАЮ:

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГУП «ВНИИМС»



Н.В. Иванникова Н.В. Иванникова

«20» _____ 2017 г.

**Калибраторы переменного тока ЭРИС-КЛ.02
Методика поверки
МП 206.1-370-2017**

Москва
2017 г.

Содержание

1 Вводная часть	3
2 Операции поверки	4
3 Средства поверки.....	4
4 Требования к квалификации поверителей	5
5 Требования безопасности	5
6 Условия поверки	5
7 Подготовка к поверке	5
8 Проведение поверки	6
9 Оформление результатов поверки	19
Приложение А (обязательное). Метрологические характеристики	20
Приложение Б (рекомендуемое). Протокол поверки калибраторов переменного тока «ЭРИС-КЛ.02».....	22

Настоящая методика распространяется на калибраторы переменного тока «ЭРИС-КЛ.02» (далее - калибраторы) и устанавливает порядок проведения поверки при выпуске и в процессе эксплуатации.

Калибраторы подлежат поверке с периодичностью, устанавливаемой потребителем с учётом режимов и интенсивности эксплуатации, но не реже одного раза в 2 года.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	8.2.1	+	+
Проверка электрического сопротивления изоляции	8.2.2	+	+
Опробование	8.3	+	+
Проверка метрологических характеристик	8.4	+	+
Оформление результатов поверки	9	+	+

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки рекомендуется применять средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование, обозначение	Тип	Номер пункта документа по поверке	Требуемые характеристики (Госреестр №)
1. Мегомметр	Ф4101	8.2.2	4542-74
2. Установка для проверки вольтметров образцовых	В1-26	8.4.1, 8.4.4, 8.4.5, 8.4.6, 8.4.10, 8.4.12, 8.4.13, 8.4.14	9186-83
3. Частотомер	ЧЗ-54	8.4.3	5480-76
4. Измеритель нелинейных искажений	СК6-13	8.4.2, 8.4.11	10227-85
5. Магазин сопротивлений	Р4830/2	8.4.14	4614-74
6. Осциллограф	С1-99	8.4.8	8801-88
7. Калибратор тока	ПЗ21	8.4.10, 8.4.12,	8868-82

Наименование, обозначение	Тип	Номер пункта документа по поверке	Требуемые характеристики (Госреестр №)
		8.4.13	
8. Комплект шунтов из установки поверочной	УППУ-1М	8.4.10, 8.4.11, 8.4.12, 8.4.13, 8.4.14	5929-77
9. Катушка электрического сопротивления	P321	8.4.10, 8.4.12, 8.4.13	1162-58
10. Гигрометр психрометрический	ВИТ-2		Диапазон измерений относительной влажности от 40 до 90 %; абсолютная погрешность ± 2 %.; Диапазон измерений температуры от 15 до 40 °С; абсолютная погрешность ± 1 °С
11. Гигрометр психрометрический	БАММ-1		Диапазон от 80 до 106 кПа; абсолютная погрешность \pm 200 Па.

Примечание: Допускается использование других средств измерений, обеспечивающих измерение соответствующих параметров с требуемой точностью.

2.2 Допускается применение иных средств поверки, обеспечивающих проверку метрологических характеристик калибратора с требуемой точностью.

2.3 Все средства поверки должны быть исправными и иметь свидетельства о поверке.

3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕ

3.1 К проведению поверки допускают лица, аттестованные в качестве поверителей средств измерений электрических величин. Поверитель должен пройти инструктаж по технике безопасности и иметь действующее удостоверение на право работы в электроустановках с квалификационной группой по электробезопасности не ниже III.

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 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». Соблюдают также требования безопасности, изложенные в эксплуатационных документах на устройство и применяемые средства измерений.

4.2 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.

4.3 Должны также быть обеспечены требования безопасности, указанные в эксплуатационных документах на средства поверки.

5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки калибратора должны соблюдаться условия:

- температура окружающего воздуха $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа;
- напряжение электропитания $(220 \pm 11) \text{ В}$.

6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 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 устройства в условиях окружающей среды, указанных в п. 6.1, не менее 2 ч, если они находились 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 (все средства измерений должны быть исправны и поверены).

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Общие условия и обозначения

При поверке выходов напряжения проверяются метрологические характеристики на двух выходных диапазонах:

-1U с номинальным напряжением $U_{ном.220 В}$

-2U с номинальным напряжением $U_{ном.100 В}$

При поверке выходных токов проверяются метрологические характеристики на диапазоне с номинальным $I_{ном.}$ значением 5 А.

Номинальное значение тока $I_{ном.5А}$ при подключении катушек индуктивности, имеющих коэффициент передачи 3, 10, 30 имеет значения на их выходах эквивалентные 15 А, 50 А, 150 А, для подключения измерительных клещей из комплекта ЭРИС-КЭ.02 – ЭРИС-КЭ.04.

7.2 Внешний осмотр, проверка сопротивления изоляции

7.2.1 При проведении внешнего осмотра проверяется:

-отсутствие механических повреждений корпуса, зажимов, разъемов;

-маркировка и наличие необходимых надписей на наружных панелях калибратора;

-комплектность поставки.

Результат проверки считается положительным, если выполняются все вышеуказанные требования.

7.2.2 Сопротивление изоляции измеряется мегомметром между цепями:

-соединенными между собой контактами разъема электропитания и корпусом калибратора;

-соединенными между собой измерительными выходами и корпусом калибратора;

-соединенными между собой токовыми выходами и корпусом калибратора.

Результат проверки считается положительным, если сопротивление изоляции должно быть не менее 20 Мом.

7.3 Опробование

7.3.1 Выдержите калибратор в условиях окружающей среды, указанных в пункте 6, не менее 3 часов.

7.3.2 Подключите калибратор к сети переменного тока 220 В, 50 Гц и дайте ему прогреться.

7.3.3 После включения калибратора по истечении времени его инициализации, убедитесь в успешном завершении загрузки калибратора.

Результат проверки считается положительным, если выполняются все вышеуказанные требования.

7.4 Проверка метрологических характеристик

7.4.1 Проверка погрешности задания действующего значения напряжения

7.4.1.1 Проверка погрешности производится методом сравнения с эталоном, в качестве которого используется установка В1-26. Параметры выходных напряжений калибратора при проведении данного испытания представлены в таблице 3. Порядок задания значений выходных напряжений произвольный.

Таблица 3

Диапазон	Напряжение $U_k, В$				
	1U	40	100	140	220
2U	10	40	80	100	150

7.4.1.2 Для проверки погрешности необходимо выполнить следующие операции:

-соединить соответствующий выход калибратора с входом поверочной установки;

-выбрать необходимый диапазон и задать значения выходных напряжений в соответствии с таблицей 3;

-зафиксировать и занести в протокол поверки показания эталонной установки $U_э$;

-рассчитать по формуле (1) и занести в протокол поверки погрешность δU при задании напряжения U :

$$\delta U = \frac{(U_k - U_э)}{U_э} \cdot 100\% \quad (1)$$

7.4.1.3 Выполнить 7.4.1.2 для всех заданных в таблице 3 значений выходных напряжений.

Полученные значения погрешностей не должны превышать значений, указанных в приложении А.

7.4.2 Проверка коэффициентов несинусоидальности выходных напряжений основной частоты

7.4.2.1 При проведении испытаний используется измеритель нелинейных искажений СК6-13. Действующие значения выходных напряжений задаются равными $0,8 U_{ном}$, $U_{ном}$, $1,4 U_{ном}$ при каждом значении частоты f выходных напряжений: 45 Гц, 50 Гц, 55 Гц. При использовании диапазона 1U измеритель СК6-13 подключается к выходу калибратора через добавочный резистор (магазин сопротивлений Р4830/2 с помощью которого воспроизводится сопротивление 50 кОм).

7.4.2.2 К одному из выходов калибратора подключить измеритель нелинейных искажений. Задать параметры выходного напряжения калибратора в соответствии 8.4.2.1.

7.4.2.3 С помощью измерителя СК6-13 измерить коэффициент несинусоидальности напряжения на пределе $K_T = 0,01 \%$.

7.4.2.4 Выполнить 8.4.2.2, 8.4.2.3 для всех значений выходного сигнала калибратора, указанных в 8.4.2.1.

Полученные значения погрешностей не должны превышать значений, указанных в приложении А.

7.4.3 Проверка погрешности задания частоты выходных сигналов

7.4.3.1 При проведении данного испытания в качестве эталона используется частотомер ЧЗ-54. Погрешность задания частоты проверяется в трех точках частотного диапазона в пределах от 45 Гц до 55 Гц.

7.4.3.2 Для проведения проверки погрешности необходимо выполнить следующие операции:

-с помощью соединительного кабеля один из выходов канала напряжения калибратора подключить к входу частотомера;

-задать параметры выходного напряжения калибратора в соответствии с 7.4.3.1;

-зафиксировать и занести в протокол поверки показания частотомера $f_{\text{э}}$ и показания калибратора $f_{\text{к}}$;

-рассчитать по формуле (2) и занести в протокол поверки погрешности Δf калибратора при задании частоты выходных сигналов:

$$\Delta f = f - f_{\text{э}}. \quad (2)$$

7.4.3.3 Повторить пункт 7.4.3.2 для всех значений частоты выходных сигналов.

Полученные значения погрешностей не должны превышать значений, указанных в приложении А.

7.4.4 Проверка погрешности задания коэффициента n -ой гармонической составляющей напряжения

7.4.4.1 Для проверки данной погрешности необходимо использовать два фазных напряжения (испытываемое и вспомогательное). На испытываемом выходе калибратора задается номинальное значение напряжения основной частоты и n -ая гармоническая составляющая напряжения. На вспомогательном выходе задается номинальное значение напряжения основной частоты. Фазовый угол между испытываемым и вспомогательным напряжением устанавливается равным нулю. Измеряется междуфазное напряжение, которое будет равно напряжению n -ой гармонической составляющей. При проведении испытания используется поверочный прибор В1-26.

Испытания проводят для каждого фазного напряжения для трех произвольно выбранных гармоник. У выбранной гармоники проверяется погрешность при одном значении коэффициента n -ой гармонической составляющей (рекомендуется установить значения 1 %, 5 %, 30 %). Номера гармоник в испытываемых напряжениях не должны повторяться.

7.4.4.2 Для проверки погрешности задания коэффициентов гармоник выходных напряжений необходимо выполнить следующие действия:

-к испытываемому и вспомогательному выходам калибратора подключить поверочную установку. Задать на них номинальное значение напряжения основной частоты;

-измерить и записать в протокол поверки показание поверочной установки U_1 ;

-на испытываемом выходе калибратора сформировать выходное напряжение, состоящее из номинального напряжения основной частоты и n -ой гармонической составляющей со значением, указанным в 7.4.4.1

-измерить и записать в протокол поверки показания поверочной установки U_2 ;

-рассчитать по формуле (3) погрешность $\delta K_{U(n)}$ калибратора при задании коэффициента n -ой гармонической составляющей $K_{U(n)}$:

$$\delta K_{U(n)} = \frac{\frac{\sqrt{U_2^2 - U_1^2}}{U_{ном}} \times 100\% - K_{U(n)ном}}{K_{U(n)ном}} \times 100\%, \quad (3)$$

где $K_{U(n)ном}$ – номинальный коэффициент n -ой гармонической составляющей.

7.4.4.3 Выполнить 7.4.4.2 для всех напряжений при всех значениях коэффициентов n -ой гармонической составляющей напряжения, указанных в 7.4.4.1.

Полученные значения погрешностей не должны превышать значений, указанных в приложении А.

7.4.5 Проверка погрешности задания коэффициента искажения синусоидальности напряжения

7.4.5.1 При проведении данного испытания используется метод, изложенный в 7.4.3.1. На испытываемом фазном выходе формируется напряжение U_1 – основной частоты, затем U_2 – сложной формы с номинальным напряжением основной частоты и n -ой гармонической составляющей со значением, указанным в таблице 4. С помощью поверочной установки измеряется напряжение основной частоты U_1 , а затем сложной формы U_2 .

Таблица 4

Обозначение	Значение, %			Обозначение	Значение, %		
	Вар. 1	Вар. 2	Вар. 3		Вар. 1	Вар. 2	Вар. 3
K_U	1,249	8,594	28,102	$K_{U(21)}$	0,2	1,05	4,5
$K_{U(2)}$	0,2	0,5	4,5	$K_{U(22)}$	0,2	0,15	4,5
$K_{U(3)}$	0,2	5,0	4,5	$K_{U(23)}$	0,2	0,95	4,5
$K_{U(4)}$	0,2	0,4	4,5	$K_{U(24)}$	0,2	0,15	4,5
$K_{U(5)}$	0,2	4,0	4,5	$K_{U(25)}$	0,2	0,85	4,5
$K_{U(6)}$	0,2	0,3	4,5	$K_{U(26)}$	0,2	0,1	4,5
$K_{U(3)}$	0,2	3,0	4,5	$K_{U(28)}$	0,2	0,85	4,5
$K_{U(8)}$	0,2	0,3	4,5	$K_{U(28)}$	0,2	0,1	4,5
$K_{U(9)}$	0,2	2,5	4,5	$K_{U(29)}$	0,2	0,65	4,5

$K_{U(10)}$	0,2	0,25	4,5	$K_{U(30)}$	0,2	0,1	4,5
$K_{U(11)}$	0,2	2,0	4,5	$K_{U(31)}$	0,2	0,55	4,5
$K_{U(12)}$	0,2	0,2	4,5	$K_{U(32)}$	0,2	0,1	4,5
$K_{U(13)}$	0,2	1,85	4,5	$K_{U(33)}$	0,2	0,45	4,5
$K_{U(14)}$	0,2	0,2	4,5	$K_{U(34)}$	0,2	0,1	4,5
$K_{U(15)}$	0,2	1,5	4,5	$K_{U(35)}$	0,2	0,35	4,5
$K_{U(16)}$	0,2	0,2	4,5	$K_{U(36)}$	0,2	0,1	4,5
$K_{U(18)}$	0,2	1,25	4,5	$K_{U(38)}$	0,2	0,25	4,5
$K_{U(18)}$	0,2	0,2	4,5	$K_{U(38)}$	0,2	0,1	4,5
$K_{U(19)}$	0,2	1,15	4,5	$K_{U(39)}$	0,2	0,15	4,5
$K_{U(20)}$	0,2	0,2	4,5	$K_{U(40)}$	0,2	0,1	4,5

7.4.5.2 Для проверки погрешности задания коэффициентов несинусоидальности выходных напряжений необходимо выполнить:

-к испытываемому и вспомогательному выходам калибратора подключить поверочную установку. Задать на них номинальное значение напряжения основной частоты. Фазовый угол между выходными напряжениями задать равным нулю;

-измерить и записать в протокол поверки показание поверочной установки U_1 ;

-на испытываемом выходе калибратора сформировать выходное напряжение, с параметрами, указанными в 7.4.4.1

-измерить и записать в протокол поверки показания поверочной установки U_2 ;

-рассчитать по формуле (4) погрешность δK_U калибратора при задании коэффициента искажения синусоидальности выходного напряжения K_U :

$$\delta K_U = \frac{\sqrt{U_2^2 - U_1^2} \times 100\% - K_{U_{ном}}}{K_{U_{ном}}} \times 100\%, \quad (4)$$

где $K_{U_{ном}}$ – номинальный коэффициент несинусоидальности выходного напряжения.

7.4.5.3 Выполнить 7.4.5.2 для всех напряжений при всех значениях коэффициентов несинусоидальности напряжения, указанных в 7.4.5.1.

Полученные значения погрешностей не должны превышать значений, указанных в приложении А.

7.4.6 Проверка погрешности задания угла сдвига фаз между фазными напряжениями

7.4.6.1 При проведении данного испытания необходимо использовать поверочную установку В1-26. Испытания проводятся при номинальном выходном напряжении $U_{фном}$ 220 В и фазовых углах между фазными напряжениями равными 0°, 60°, 120°.

7.4.6.2 Перед проведением испытаний, задать на выходах напряжения номинальный сигнал и поочередно подключая установку к выходам напряжения добиться равенства выходных фазных напряжений номинальному значению путем изменения калибровочных коэффициентов.

7.4.6.3 Для проверки погрешности калибратора при задании угла 0° между фазными напряжениями необходимо произвести операции:

- выполнить 8.4.6.2;
- угол сдвига фаз между напряжениями установить 0° ;
- измерить междуфазные напряжения U_{AB}, U_{BC}, U_{CA} ;
- рассчитать по формуле (5) погрешность $\Delta\varphi$ калибратора при задании углов сдвига фаз между фазными напряжениями:

$$\Delta\varphi = 2\arcsin(U_{\text{мфмакс}}/(2 U_{\text{фном}})), \quad (5)$$

где $U_{\text{мфмакс}}$ – максимальное междуфазное напряжение U_{AB}, U_{BC}, U_{CA} .

Полученные значения погрешностей не должны превышать значений, указанных в приложении А.

7.4.6.4 Для проверки погрешности калибратора при задании угла сдвига фаз между фазными напряжениями равным 120° необходимо выполнить следующие действия:

- выполнить 7.4.6.2
- угол сдвига фаз между напряжениями установить 120° ;
- измерить междуфазные напряжения U_{AB}, U_{BC}, U_{CA} ;
- рассчитать по формуле (6) погрешность $\Delta\varphi$ калибратора при задании углов сдвига фаз между фазными напряжениями:

$$\Delta\varphi = 2\arcsin((U_{\text{мфмакс}} - U_{\text{мфмин}})/(2 U_{\text{фном}})), \quad (6)$$

где $U_{\text{мфмакс}}$ – максимальное междуфазное напряжение U_{AB}, U_{BC}, U_{CA} ;

$U_{\text{мфмин}}$ – минимальное междуфазное напряжение U_{AB}, U_{BC}, U_{CA} .

Полученные значения погрешностей не должны превышать значений, указанных в приложении А.

7.4.6.5 Для проверки погрешности калибратора при задании угла сдвига фаз между фазными напряжениями равным 60° необходимо выполнить следующие действия:

- выполнить 7.4.6.2
- угол сдвига фаз между напряжениями установить 60° ;
- измерить междуфазное напряжения $U_{\text{мф}}$;
- рассчитать по формуле (8) погрешность $\Delta\varphi$ калибратора при задании углов сдвига фаз между фазными напряжениями:

$$\Delta\varphi = 2\arcsin((U_{\text{мф}} - U_{\text{фном}})/(2 U_{\text{фном}})), \quad (7)$$

7.4.6.6 Выполнить 7.4.6.3 - 7.4.6.6 для всех пар напряжений.

Полученные значения погрешностей не должны превышать значений, указанных в приложении А.

7.4.8 Проверка погрешности задания коэффициентов несимметрии напряжений

Погрешность задания коэффициентов несимметрии напряжений соответствует требованиям, указанным в приложении А, если выполняются требования 7.4.1 и 7.4.6.

7.4.8 Проверка погрешности задания угла сдвига фаз между первой и n -ой гармонической составляющей фазного напряжения

7.4.8.1 Методика проверки данной погрешности предусматривает одновременное использование двух фазных выходных напряжений. На испытываемом выходе калибратора задается напряжение, состоящее только из n -ой гармонической составляющей с заданным углом сдвига фаз относительно основной частоты. На вспомогательном выходе калибратора задается напряжение основной частоты. При этом фазовый угол на вспомогательном выходе устанавливается согласно формуле (8):

$$\varphi_1 = \varphi_n / n \quad (8)$$

где φ_1 – фазовый угол напряжения основной частоты на вспомогательном выходе,

φ_n – угол сдвига фаз между первой и n -ой гармонической составляющей напряжения на испытываемом выходе.

Фазовый угол между фазными напряжениями будет являться погрешностью задания угла сдвига фаз между первой n -ой гармонической составляющей фазного напряжения.

Для проверки углов сдвига фаз между фазными напряжениями используется двухканальный осциллограф С1-99.

Погрешность задания угла сдвига фаз между первой и n -ой гармонической составляющей напряжения проверяется для каждого фазного напряжения для трех произвольно выбранных гармоник и двух значений фазового угла.

Рекомендуется проверять погрешность для углов 0° , 45° , 90° , 180° , минус 90° для гармоник 3, 21, 40.

7.4.8.2 Для проверки погрешности задания угла сдвига фаз между первой n -ой гармонической составляющей фазного напряжения необходимо:

- к первому входу осциллографа подключить испытываемый выход калибратора, на второй вход – вспомогательный выход;
- на испытываемом и вспомогательном выходе калибратора сформировать выходное напряжение, с параметрами, указанными в 7.4.8.1;
- осциллографом измерить интервал T между моментами времени перехода через нуль напряжений в двух каналах, устанавливая максимально возможные масштабы горизонтальной M_H и вертикальной M_B разверток;
- вычислить погрешность $\Delta\varphi$ задания угла по формуле (9):

$$\Delta\varphi = Tfn 360, \quad (9)$$

где f – основная частота.

7.4.8.3 Выполнить 7.4.8.2 во всех точках, указанных в 7.4.8.1.

Полученные значения погрешностей не должны превышать значений, указанных в приложении А.

7.4.10 Проверка погрешности задания действующего значения тока

7.4.10.1 Проверка данной погрешности производится методом сравнения с эталоном, в качестве которого используется калибратор постоянного тока ПЗ21. Для повышения точности измерения используется установка В1-26 и катушки электрического сопротивления измерительные РЗ21 класса точности 0, 01 с поправками и сопротивлением 0,1 Ом, 1 Ом.

7.4.10.2 К токовому выходу калибратора подключить шунт из комплекта УППУ-1М, измерить падение напряжения $U_{ш}$ с помощью поверочной установки В1-26.

Значения параметров выходных токов задавать: 1 А; 3 А; 5 А; 8 А.

7.4.10.3 К выходам калибратора постоянного тока ПЗ21 подключить соединенные последовательно шунт и катушку электрического сопротивления РЗ21. Изменяя выходной ток калибратора ПЗ21, добиться равенства напряжения на шунте измеренному напряжению $U_{ш}$, показания контролировать с помощью поверочной установки В1-26. Измерить напряжение U_0 на катушке сопротивления РЗ21 с помощью поверочной установки. Значение выходного тока калибратора I_k определяется по формуле (10):

$$I_0 = U_0 / R_0, \quad (10)$$

где R_0 – значение измерительного сопротивления РЗ21 с учетом поправки, Ом.

7.4.10.4 Рассчитать по формуле (11) и занести в протокол поверки погрешности δI калибратора при задании токовых сигналов I :

$$\delta I = \frac{I_k - I_0}{I_0} \times 100\%, \quad (11)$$

где I_k – номинальное значение выходного тока.

7.4.10.5 Выполнить 7.4.10.2-7.4.10.4 для всех значений тока всех каналов.

Полученные значения погрешностей не должны превышать значений, указанных в приложении А.

7.4.11 Проверка коэффициента искажения синусоидальности тока основной частоты

7.4.11.1 При проведении данного вида испытания используются шунт и измеритель нелинейных искажений СК6-13. Шунт подключается к токовому выходу калибратора. Напряжение с шунта подается на вход измерителя СК6-13.

Измерения производятся на каждом токовом выходе, при каждом значении тока $I_{\text{НОМ}}$; $1,5 I_{\text{НОМ}}$; $0,5 I_{\text{НОМ}}$ и при одном из значений частоты 45 Гц, 50 Гц или 55 Гц.

7.4.11.2 Для проверки погрешности необходимо:

- подключить к выходу калибратора шунт;
- подключить потенциальные контакты шунта к входам измерителя СК6-13;
- с помощью СК6-13 измерить коэффициент несинусоидальности на пределе $K_{\Gamma} = 0,1 \%$.

7.4.11.3 Выполнить 7.4.11.2 для всех параметров выходного сигнала калибратора, указанных в 7.4.11.1.

Полученные значения погрешностей не должны превышать значений, указанных в приложении А.

7.4.12 Проверка погрешностей задания коэффициента n -ой гармонической составляющей тока

7.4.12.1 Методика предусматривает одновременное использование двух выходов токов (испытываемого и вспомогательного). На испытываемом токовом выходе калибратора задается номинальное значение тока основной частоты и n -ая гармоническая составляющая тока. На вспомогательном выходе задается номинальное значение тока основной частоты. Фазовый угол между испытываемым и вспомогательным током устанавливается равным половине периода основной частоты (180°). Испытываемый и вспомогательный выходы объединяются и подключаются к одному выводу шунта, второй вывод шунта подключается к общему выводу. Напряжение на шунте пропорционально току n -ой гармонической составляющей и измеряется с помощью метода, изложенного в 7.4.10.1.

Испытания проводят для каждого токового выхода для трех произвольно выбранных гармоник. У выбранной гармоники проверяется погрешность при одном значении коэффициента n -ой гармонической составляющей (рекомендуется из ряда 1 %, 5 %, 30 %). Номера гармоник в испытываемых сигналах не должны повторяться.

7.4.12.2 Для проверки погрешности задания коэффициентов гармоник выходных токов необходимо:

- подключить шунт согласно 7.4.12.1. На испытываемом и вспомогательном выходах калибратора сформировать номинальные выходные токи основной частоты, сдвинутые на 180° ;
- измерить согласно 7.4.10.2 - 7.4.10.3 и записать в протокол поверки значение суммарного тока I_1 ;

- на испытываемом выходе сформировать сигнал, состоящий из номинального тока основной частоты и n -ой гармонической составляющей согласно 7.4.12.1;

- измерить согласно 7.4.10.2 - 7.4.10.3 и записать в протокол поверки значение суммарного тока I_2 ;

- рассчитать по формуле (12) погрешность $\delta K_{I(n)}$ калибратора при задании коэффициента n -ой гармонической составляющей $K_{I(n)}$:

$$\delta K_{I(n)} = \frac{\frac{\sqrt{I_2^2 - I_1^2}}{I_{ном}} \cdot 100\% - K_{I(n)ном}}{K_{I(n)ном}} \cdot 100\%, \quad (12)$$

где $I_{ном}$ – номинальный ток,

$K_{I(n)ном}$ – номинальный коэффициент n -ой гармонической составляющей тока.

7.4.12.3 Выполнить 7.4.12.2 для всех каналов тока, всех значений коэффициентов гармонической составляющей тока, указанных в 7.4.12.1.

Полученные значения погрешностей не должны превышать значений, указанных в приложении А.

7.4.13 Проверка погрешности задания коэффициента искажения синусоидальности тока.

7.4.13.1 При испытании используется метод, изложенный в 7.4.12.1. Параметры выходных сигналов представлены в таблице 5. Измерения производят для двух значений коэффициентов несинусоидальности K_I .

Таблица 5

Обозначение	Значение, %			Обозначение	Значение, %		
	Вар. 1	Вар. 2	Вар. 3		Вар. 1	Вар. 2	Вар. 3
K_I	1,249	8,594	28,102	$K_{I(21)}$	0,2	1,05	4,5
$K_{I(2)}$	0,2	0,5	4,5	$K_{I(22)}$	0,2	0,15	4,5
$K_{I(3)}$	0,2	5,0	4,5	$K_{I(23)}$	0,2	0,95	4,5
$K_{I(4)}$	0,2	0,4	4,5	$K_{I(24)}$	0,2	0,15	4,5
$K_{I(5)}$	0,2	4,0	4,5	$K_{I(25)}$	0,2	0,85	4,5
$K_{I(6)}$	0,2	0,3	4,5	$K_{I(26)}$	0,2	0,1	4,5
$K_{I(8)}$	0,2	3,0	4,5	$K_{I(28)}$	0,2	0,85	4,5
$K_{I(8)}$	0,2	0,3	4,5	$K_{I(28)}$	0,2	0,1	4,5
$K_{I(9)}$	0,2	2,5	4,5	$K_{I(29)}$	0,2	0,65	4,5
$K_{I(10)}$	0,2	0,25	4,5	$K_{I(30)}$	0,2	0,1	4,5
$K_{I(11)}$	0,2	2,0	4,5	$K_{I(31)}$	0,2	0,55	4,5
$K_{I(12)}$	0,2	0,2	4,5	$K_{I(32)}$	0,2	0,1	4,5
$K_{I(13)}$	0,2	1,85	4,5	$K_{I(33)}$	0,2	0,45	4,5
$K_{I(14)}$	0,2	0,2	4,5	$K_{I(34)}$	0,2	0,1	4,5
$K_{I(15)}$	0,2	1,5	4,5	$K_{I(35)}$	0,2	0,35	4,5
$K_{I(16)}$	0,2	0,2	4,5	$K_{I(36)}$	0,2	0,1	4,5
$K_{I(18)}$	0,2	1,25	4,5	$K_{I(38)}$	0,2	0,25	4,5
$K_{I(18)}$	0,2	0,2	4,5	$K_{I(38)}$	0,2	0,1	4,5
$K_{I(19)}$	0,2	1,15	4,5	$K_{I(39)}$	0,2	0,15	4,5
$K_{I(20)}$	0,2	0,2	4,5	$K_{I(40)}$	0,2	0,1	4,5

7.4.13.2 Для проверки погрешности задания коэффициентов несинусоидальности выходных токов K_I необходимо:

- к выходам калибратора подключить шунт согласно 7.4.12.1. На испытываемом и вспомогательном выходе калибратора задать номинальные выходные токи основной частоты, сдвинутые на 180° ;
- измерить согласно 7.4.9.2 - 7.4.9.3 и записать в протокол поверки значение тока, равного сумме выходных токов I_1 ;
- на испытываемом выходе задать сигнал, параметры которого указаны в 7.4.12.1;
- измерить согласно 7.4.10.2 - 7.4.10.3 и записать в протокол поверки значение тока, равного сумме выходных токов I_2 ;
- рассчитать по формуле (13) погрешность δK_I калибратора при задании коэффициента искажения синусоидальности выходного тока K_I :

$$\delta K_I = \frac{\sqrt{I_2^2 - I_1^2} \cdot 100\% - K_{Iном}}{K_{Iном}} \cdot 100\%, \quad (13)$$

где $I_{\text{ном}}$ – номинальный ток,

$K_{\text{Ином}}$ – номинальный коэффициент несинусоидальности выходного тока.

7.4.13.3 Выполнить 7.4.13.2 для всех каналов тока при всех значениях коэффициентов несинусоидальности тока, указанных в 7.4.13.1.

Полученные значения погрешностей не должны превышать значений, указанных в приложении А.

7.4.14 Проверка погрешностей задания угла сдвига фаз между n -ми гармоническими составляющими напряжения и тока

7.4.14.1 При проведении испытаний необходимо использовать установку для поверки вольтметров образцовых В1-26, магазин сопротивлений на переменном токе Р4830/2 и шунт из комплекта УППУ–1М.

Испытания проводятся при значении угла сдвига фаз между током и напряжением 0° , $\pm 60^\circ$. Измерения производят для каждого напряжения и соответствующего (одноименного) тока, для нулевого и произвольно выбранного фазового угла. Измерения производят для основной частоты и трех произвольно выбранных высших гармоник для каждой фазы. Выходные сигналы должны состоять из одной гармоники. Рекомендуемые: 3, 5, 8, 11, 15, 31, 40. Испытания проводят при коэффициенте n -ой гармонической составляющей тока $K_{I(n)}$ равном 50 % и напряжении $K_{U(n)}$ равном 20 %.

7.4.14.2 Для проверки погрешности необходимо:

- подключить к токовому выходу калибратора шунт;
- подключить к выходу напряжения калибратора магазин сопротивлений Р4830/2 как делитель напряжения;
- изменяя выходной сигнал калибратора и используя магазин сопротивлений, добиться равенства напряжений на шунте и выходного напряжения U_ϕ с магазина сопротивлений Р4830/2. Контроль напряжения производить с помощью установки В1-26;
- задать фазовый угол φ_{UI} согласно 7.4.14.1;
- измерить междуфазное напряжение $U_{мф}$;
- рассчитать по формуле (14) погрешность $\Delta\varphi_{UI}$ калибратора при задании угла сдвига фаз φ_{UI} между током и напряжением:

$$\Delta\varphi_{UI} = 2\arcsin(U_{мф} / (2 U_\phi)) \text{ при } \varphi_{UI} = 0^\circ,$$

$$\Delta\varphi_{UI} = 2\arcsin((U_{мф} - U_\phi) / (2 U_\phi)) \text{ при } \varphi_{UI} = \pm 60^\circ. \quad (14)$$

7.4.14.3 Выполнить 7.4.14.2 для всех каналов, гармоник и фазовых углов, указанных в 7.4.14.1.

Полученные значения погрешностей не должны превышать значений, указанных в приложении А.

7.4.15 Проверка погрешности задания действующего значения тока прямой, обратной и нулевой последовательности.

Погрешности задания действующего значения тока прямой, обратной и нулевой последовательности соответствуют требованиям, указанным в приложении А, если выполняются требования пп. 7.4.10 и 7.4.14.

7.4.16 Проверка погрешности задания угла сдвига фаз между симметричными составляющими напряжения и тока.

Погрешности задания угла сдвига фаз между напряжением и током, прямой, обратной и нулевой последовательности соответствуют требованиям, указанным в приложении А, если выполняются требования пп. 7.4.1, 7.4.6, 7.4.10, 7.4.14.

7.4.17 Проверка задания мощности

Погрешности задания активной, реактивной и полной мощности соответствуют требованиям, указанным в приложении А, если выполняются требования 7.4.1, 7.4.9, 7.4.14.

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 Результаты поверки измерителей оформить в соответствии с Приказом Министерство промышленности и торговли РФ от 2 июля 2015 г. № 1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

8.2 При положительном результате поверки калибраторы удостоверяются записью в паспорте, заверяемой подписью поверителя и знаком поверки или выдается «Свидетельство о поверке».

8.3 При отрицательном результате поверки калибраторы не допускаются к дальнейшему применению, знак поверки гасится, «Свидетельство о поверке» аннулируется, выписывается «Извещение о непригодности» или делается соответствующая запись в паспорте на калибраторы.

Начальник отдела 206.1

С.Ю. Рогожин

Инженер отдела 206.1

А.И. Терзи

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

Таблица А.1 - Метрологические характеристики калибраторов

№ П/Л	Наименование характеристики выходного сигнала	Диапазон воспроизведения показателя (параметра)	Пределы допускаемой погрешности: - абсолютной Δ ; - относительной δ , %; - приведенной γ , %
1	2	3	4
1	Действующее (среднеквадратическое) значение переменного напряжения U , В	от $0,05 \cdot U_{ном}$ до $1,5 \cdot U_{ном}$	$\pm(0,03+0,01 \cdot (U_{ном}/U_{\phi}-1))$ (δ)
2	Частота переменного тока f , Гц	от 45 до 55	$\pm 0,05$ (Δ)
3	Коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности K_{2U} , %	от 0 до 20 для $0,7 \cdot U_{ном} \leq U_{ном} < 1,3 \cdot U_{ном}$	$\pm 0,2$ (Δ)
4	Коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности K_{0U} , %	от 0 до 20 для $0,7 \cdot U_{ном} \leq U_{ном} < 1,3 \cdot U_{ном}$	$\pm 0,2$ (Δ)
5	Коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения K_U , %	от 0 до 30 для $0,7 \cdot U_{ном} \leq U_{ном} < 1,3 \cdot U_{ном}$	$\pm 0,05$ (Δ) $K_U < 1$ ± 3 (δ) $K_U \geq 1$
6	Коэффициент n -ой гармонической составляющей напряжения для n от 2 до 40 $K_{U(n)}$, %	от 0 до 20 для $0,7 \cdot U_{ном} \leq U_{ном} < 1,3 \cdot U_{ном}$	$\pm 0,05$ (Δ) $K_{U(n)} < 1$ ± 3 (δ) $K_{U(n)} \geq 1$
7	Фазовый угол сдвига между напряжениями основной частоты φ_U , °	-180...+180	$\pm 0,1$ (Δ)
8	Фазовый угол сдвига между первой и n -ой гармонической составляющей напряжения φ_{Un} , °	-180...+180	± 1 (Δ)
9	Коэффициент временного перенапряжения $K_{пер U}$	от 1,1 до 1,6	± 10 (δ)

10	Длительность временного перенапряжения $\Delta t_{пер}, c$	от 1 до 60	$\pm 0,05 (\Delta)$
11	Глубина провала напряжения $\delta U_{II}, \%$	от 10 до 100	$\pm 30 (\delta)$

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4
12	Длительность провала напряжения $\Delta t_{II}, c$	от 0,01 до 60	$\pm 1 (\Delta)$
13	Размах изменения напряжения $\delta U_t, \%$	от 0 до 20	$\pm 1 (\Delta)$
14	Частота повторений между изменениями напряжения $F, 1/\text{мин.}$	от 0 до 5000	$\pm 3 (\Delta)$
15	Кратковременная Pst и длительная PLt доза фликера	от 0 до 20	$\pm 3 (\Delta)$
16	Действующее (среднеквадратическое) значение переменного тока I, A	от $0,5 \cdot I_{ном}$ до $2 \cdot I_{ном}$	$\pm 0,1 (\delta)$
17	Коэффициент искажения синусоидальности кривой тока $K_I, \%$	от 0 до 30	$\pm 0,05 (\Delta) \quad K_I < 1$ $\pm 3 (\delta) \quad K_I \geq 1$
18	Коэффициент n -ой гармонической составляющей тока для n от 2 до 40 $K_{I(n)}, \%$	от 0 до 20	$\pm 0,05 (\Delta) \quad K_{I(n)} < 1$ $\pm 3 (\delta) \quad K_{I(n)} \geq 1$
19	Фазовый угол сдвига между напряжением и током основной частоты $\varphi_{UI}, ^\circ$	-180...+180	$\pm 0,1 (\Delta)$
20	Фазовый угол сдвига между гармоническими составляющими напряжения и тока n -го порядка $\varphi_{UnIn}, ^\circ$	-180...+180	$\pm 1 (\Delta)$
21	Активная электрическая мощность по основной частоте $P, Вт$	$(0,05 - 1,5) \cdot U_{ном} \cdot I_{ном}$	$\pm (0,2 + 0,02 \cdot (P_{ном}/P - 1))^* (\delta)$ $\pm (0,5 + 0,02 \cdot (P_{ном}/P - 1))^{**} (\delta)$
22	Реактивная электрическая	$(0,05 - 1,5)$	$\pm (0,5 + 0,05 \cdot (Q_{ном}/P - 1))^* (\delta)$

	мощность по основной частоте Q , вар	$\cdot U_{ном} \cdot I_{ном}$	(δ) $\pm(1,0+0,05 \cdot (Q_{ном}/P-1))^{**}$ (δ)
--	--	-------------------------------	--

Примечания: пределы допускаемых дополнительных погрешностей характеристик 1,16,21,22 таблицы 2, вызываемых изменением температуры окружающей на каждые ± 10 °С составляют 1/3 пределов допускаемых основных погрешностей сигналов;

*- при воспроизведении с выходных клемм с номинальной силой переменного тока $I_{ном} = 5,0$ А;

** - при воспроизведении силы переменного тока с выходных катушек индуктивности, имеющих коэффициент передачи 3, 10, 30 значения тока на их выходах эквивалентны 15 А, 50 А, 150 А.

ПРИЛОБЕЖЕНИЕ Б
(рекомендуемое)
Протокол поверки
Калибратор эталонных сигналов «ЭРИС-КЛ.02»

1. Условия поверки:

2. Внешний осмотр

Вывод:

3. Проверка электрической прочности изоляции

Вывод:

4. Проверка электрического сопротивления изоляции

Вывод:

5. Опробование

Вывод:

6. Проверка метрологических характеристик

6.1 Проверка погрешности задания действующих значений выходных напряжений

Результаты измерений и вычислений для фазных напряжений представлены в таблице Б.1

Таблица Б.1

Диапазон	Фазные напряжения							Пределы допускаемой погрешности, %
	$U_k, В$	U_A		U_B		U_C		
		$U_0, В$	$\delta U, \%$	$U_0, В$	$\delta U, \%$	$U_0, В$	$\delta U, \%$	
1U								
2U								

Результаты измерений и вычислений для междуфазных напряжений представлены в таблице Б.2

Таблица Б.2

Диапазон	Междуфазные напряжения							Пределы допустимой погрешности, %
	$U_K, В$	U_A		U_B		U_C		
		$U_0, В$	$\delta U, \%$	$U_0, В$	$\delta U, \%$	$U_0, В$	$\delta U, \%$	
1U								
2U								

Вывод:

6.2 Проверка погрешности задания частоты

Результаты измерений и вычислений представлены в таблице Б.3

Таблица Б.3

f	Показания калибратора f , Гц	Показания частотомера f_0 , Гц	Абсолютная погрешность Δf , Гц	Пределы допустимой погрешности, Гц

Вывод:

6.3 Проверка погрешности искажения синусоидальности напряжения основной частоты

Результаты измерений и вычислений представлены в таблице Б.4

Таблица Б.4

Диапазон	f , Гц	Напряжение, В	$K_{Ua}, \%$	$K_{Ub}, \%$	$K_{Uc}, \%$	Предельно допустимое значение, %
1U						
2U						

Вывод:

6.4 Проверка погрешности задания n -ой гармонической составляющей напряжения

Результаты измерений и вычислений представлены в таблице Б.5

Таблица Б.5

Диапазон	Выход	$K_{U(n)ном}, \%$	$U_1, В$	$U_2, В$	$\delta K_{U(n)}, \%$	Пределы допускаемой погрешности, %	
1U	U_A						
	U_B						
	U_C						

Вывод:

6.5 Проверка погрешности задания коэффициента искажения синусоидальности напряжения

Результаты измерений и вычислений представлены в таблице Б.6

Таблица Б.6

Диапазон	Выход	$K_{Uном}, \%$	$U_1, В$	$U_2, В$	$\delta K_U, \%$	Пределы допускаемой погрешности, %	
1U	U_A						
	U_B						
	U_C						

Вывод:

6.6 Проверка погрешности задания угла сдвига фаз между фазными напряжениями основной частоты

Результаты измерений и вычислений представлены в таблице Б.8

Таблица Б.8

Проверяемый угол	φ_0	$U_{\text{мфмах}}, \text{В}$	$U_{\text{мфmin}}, \text{В}$	Погрешность $\Delta\varphi, ^\circ$	Пределы допускаемой погрешности, $\Delta\varphi, ^\circ$
φ_{AB}					
φ_{BC}					
φ_{CA}					

Вывод:

6.7 Проверка погрешности угла сдвига фаз между первой и n -ой гармонической составляющей фазного напряжения
 Результаты измерений и вычислений представлены в таблице Б.8

Таблица Б.8

Выход	Гармоника n	Фазовый угол φ	Интервал $T, \text{с}$	Погрешность $\Delta\varphi, ^\circ$	Пределы допускаемой погрешности, $\Delta\varphi_{\text{un}}, ^\circ$
U_A					
U_B					
U_C					

Вывод:

6.8 Проверка погрешности задания действующих значений тока
 Результаты измерений и вычислений представлены в таблице Б.9

Таблица Б.9

Диапазон	Выходной ток							Пределы допустимой погрешности, δI , %
	I_0 , А	I_A		I_B		I_C		
		I_k , А	δI , %	I_k , А	δI , %	I_k , А	δI , %	
I	0,1							
	1,0							
	3,0							
	5,0							
	8,5							
	13,5							

Вывод:

6.9 Проверка коэффициента искажения синусоидальности тока основной частоты

Результаты измерений и вычислений представлены в таблице Б.10

Таблица Б10

Диапазон	f , Гц	Ток, А	K_{IA} , %	K_{IB} , %	K_{IC} , %	Предельно допустимое значение, %
1U						
2U						

Вывод:

6.10 Проверка погрешностей задания коэффициента n -ой гармонической составляющей тока

Результаты измерений и вычислений представлены в таблице Б.11

Таблица Б11

Диапазон	Выход	n	$K_{I(n)ном}, \%$	I_1, A	I_2, A	$\delta K_{I(n)}, \%$	Пределы допускаемой погрешности, %	
I	I_A							
	I_B							
	I_C							

Вывод:

6.11 Проверка погрешности задания коэффициента искажения синусоидальности тока

Результаты измерений и вычислений представлены в таблице Б.12

Таблица Б12

Диапазон	Выход	$K_{Iном}, \%$	I_1, A	I_2, A	$\delta K_I, \%$	Пределы допускаемой погрешности, %	
I	I_A						
	I_B						
	I_C						

Вывод:

6.12 Проверка погрешностей задания углов сдвига фаз между n -ми гармоническими составляющими напряжения и тока

Результаты измерений и вычислений представлены в таблице Б.13

Таблица Б13

Выход	Гармоника	φ_0	U_φ , В	$U_{мф}$, В	$\Delta\varphi$	Пределы доп.погрешности φ , °
U_A, I_A						
U_B, I_B						
U_C, I_C						

Вывод:

8 Выводы: по результатам поверки калибратор эталонных сигналов «ЭРИС-КЛ.02» признан _____ к применению.

«___» _____ 201_г.