ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Калибраторы переменного тока «Ресурс-К2»

Назначение средства измерений

Калибраторы переменного тока «Ресурс–К2» (далее – калибраторы) предназначены для формирования сигналов переменного напряжения и тока сложной формы, состоящих из синусоидальных сигналов основной частоты с номинальным значением 50 Гц и спектральных составляющих, с заданными значениями параметров напряжения (в том числе показателей качества электрической энергии), силы тока, углов фазового сдвига и мощности.

Описание средства измерений

Принцип действия калибраторов основан на формировании цифровых (дискретизированных и квантованных) сигналов, рассчитанных на основании заданных значений параметров напряжения и тока с помощью внешнего программного обеспечения, их последующем цифро-аналоговом преобразовании, усилении и воспроизведении с помощью аппаратного блока. Значения расчетных параметров выходных сигналов калибратора определяются с помощью внешнего программного обеспечения.

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 интерфейса RS-232. Внешний вид аппаратной части калибраторов представлен на рисунке 1.

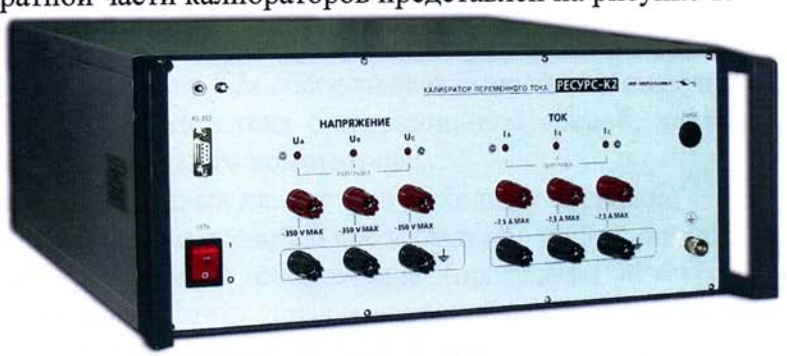


Рисунок 1

На лицевой панели калибраторов расположены зажимы выходных каналов напряжения и тока, зажима для подключения защитного проводника, выключатель питания, разъем интерфейса RS-232, кнопка сброса выходных сигналов и светодиодная индикация перегрузки выходов напряжения и тока. На задней панели калибраторов расположены разъем сетевого питания и два держателя плавких предохранителей.

Калибраторы имеют три выходных канала напряжения и три выходных канала тока. Каналы фазного напряжения и фазного тока соединяются по схеме «звезда» с общей точкой, изолированной от корпуса калибраторов и зажима для подключения защитного проводника.

Калибраторы имеют две модификации, которые отличаются друг от друга количеством воспроизводимых параметров и метрологическими характеристиками: «Ресурс–К2» и «Ресурс–К2М».

Модификация калибраторов «Ресурс–К2» предназначена для формирования сигналов переменного напряжения и тока сложной формы, состоящих из синусоидального сигнала основной частоты и ***n***-ых гармонических составляющих (***n*** – номер гармонической составляющей, изменяется от 2 до 40). Эта модификация калибратора используется для испытаний средств измерений показателей качества электрической энергии (ПКЭ), соответствующих требованиям ГОСТ 13109–97.

Модификация калибраторов «Ресурс–К2М» предназначена для формирования сигналов переменного напряжения и 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). Эта модификация калибратора используется для испытаний средств измерений ПКЭ, соответствующих требованиям ГОСТ Р 51317.4.30–2008, ГОСТ Р 51317.4.7–2008, ГОСТ Р 51317.4.15–99, ГОСТ Р 8.655–2009, ГОСТ 13109–97.

Программное обеспечение

Программное обеспечение калибраторов включает:

- встроенное программное обеспечение аппаратной части калибратора: программа «Ресурс–К2»;
- внешнее программное обеспечение, состоящее из двух взаимодействующих модулей: библиотека управления калибратором переменного тока «Ресурс–К2» и программа «Калибратор К2».

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

Библиотека управления калибратором переменного тока «Ресурс–К2» 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;
- расчет дискретных значений выходных сигналов на основании заданных параметров;
- сохранение значений параметров выходных сигналов.

Программа «Калибратор К2» 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 программное обеспечение (программа «Ресурс–К2») и внешнее программное обеспечение (библиотека управления калибратором переменного тока «Ресурс–К2») являются метрологически значимыми частями программного обеспечения.

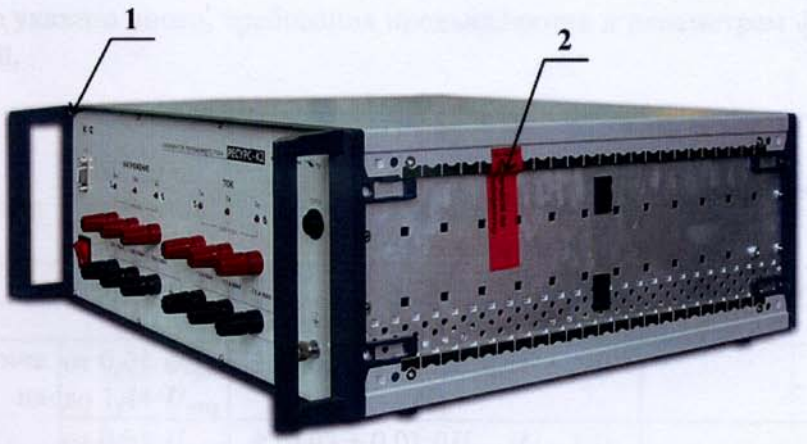
Идентификационные данные программного обеспечения калибраторов приведены в таблице 1.

Защита программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «А» по МИ 3286–2010.

Схемы пломбирования калибраторов представлены на рисунке 2.

Таблица 1

Наименование программного обеспечения	Идентификационное наименование программного обеспечения	Номер версии (идентификационный номер программного обеспечения)	Цифровой идентификатор программного обеспечения (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора программного обеспечения
Программа «Ресурс–К2»	kalibrator_f4a852.bin	2.3	291fa0494b6ef5d5522ab314319dda5a	MD5
Библиотека управления калибратором переменного тока «Ресурс–К2»	SignalK2.dll	2.4	25ff61dcec905241a2eafc2e7f24e04f	MD5
Калибратор К2	KalibratorK2.exe	3.0.13.31	5b0c69bc3504844d2c378076b16f0d8a	MD5



а)



б)

Рисунок 2
(1 – место установки пломбы поверителя,
2–4 – места установки пломб предприятия-изготовителя)

Метрологические и технические характеристики

Номинальное среднеквадратическое значение воспроизводимого фазного/междуфазного напряжения $\boldsymbol{U}_{ном}$:

- 220/(220·$\sqrt{3}$) В (диапазон ***1U***);
- (100/$\sqrt{3}$)/100 В (диапазон ***2U***).

Номинальное среднеквадратическое значение воспроизводимой силы тока $\boldsymbol{I}_{ном}$:

- 5 А (диапазон ***1I***);
- 1 А (диапазон ***2I***).

Диапазоны значений параметров и пределы допускаемых основных погрешностей калибраторов приведены в таблице 2.

Пределы допускаемых погрешностей калибраторов установлены для следующих диапазонов значений влияющих величин, если не указано иного:

а) модификация калибраторов «Ресурс–К2»: среднеквадратическое значение напряжения от 0,7·$\boldsymbol{U}_{ном}$ до 1,4·$\boldsymbol{U}_{ном}$ В;

б) модификация калибраторов «Ресурс–К2М»:

- среднеквадратическое значение напряжения от 0,1·$\boldsymbol{U}_{ном}$ до 2,0·$\boldsymbol{U}_{ном}$ В;
- частота основного сигнала от 42,5 до 69 Гц;
- коэффициенты несимметрии напряжений по обратной и нулевой последовательностям от 0 до 10 %;
- коэффициент искажения синусоидальности напряжения от 0,1 до 30 %;
- коэффициент ***n***-ой гармонической составляющей напряжения от 0,05 до 30 %;
- коэффициент ***m***-ой интергармонической составляющей напряжения от 0,05 до 30 %.

Если не указано иного, требования предъявляются к параметрам фазных и междуфазных напряжений.

Таблица 2

Параметр выходного сигнала	Диапазон значений	Пределы допускаемой основной погрешности (абсолютной Δ. относительной δ, %)	Примечание	Модификация
1	2	3	4	5
Параметры сигналов в каналах напряжения				
1 Среднеквадратическое значение напряжения U, В	от $0{,}01 \cdot U_{ном}$ до $1{,}44 \cdot U_{ном}$	$\pm (0{,}05 + 0{,}01 \cdot (\lvert U_{ном}/U - 1 \rvert))$ (δ)	–	Ресурс–К2
	от $0{,}01 \cdot U_{ном}$ до $1{,}5 \cdot U_{ном}$	$\pm (0{,}03 + 0{,}01 \cdot (\lvert U_{ном}/U - 1 \rvert))$ (δ)[1)]	–	Ресурс–К2М
2 Частота основного сигнала f, Гц	от 45 до 65	± 0,005 (Δ)	–	Ресурс–К2
	от 42,5 до 69	± 0,003 (Δ)	–	Ресурс–К2М
3 Коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности K_{2U}, %	от 0 до 30	± 0,1 (Δ)	–	Ресурс–К2
		± 0,05 (Δ)	–	Ресурс–К2М
4 Коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности K_{0U}, %	от 0 до 30	± 0,1 (Δ)	–	Ресурс–К2
		± 0,05 (Δ)	–	Ресурс–К2М
5 Коэффициент искажения синусоидальности напряжения K_U, %	от 0,1 до 30	$\pm (0{,}015 + 0{,}005 \cdot K_U)$ (Δ)	–	Ресурс–К2
			$U \geq U_{ном}$	Ресурс–К2М
		$\pm ((0{,}015 + 0{,}005 \cdot K_U) \cdot U_{ном}/U)$ (Δ)	$U < U_{ном}$	
6 Коэффициент n-ой гармонической составляющей напряжения $K_{U(n)}$, %	от 0,05 до 30	$\pm (0{,}01 + 0{,}005 \cdot K_{U(n)})$ (Δ)	–	Ресурс–К2
			$U \geq U_{ном}$	Ресурс–К2М
		$\pm ((0{,}01 + 0{,}005 \cdot K_{U(n)}) \cdot U_{ном}/U)$ (Δ)	$U < U_{ном}$	
7 Коэффициент m-ой интергармонической составляющей напряжения $K_{Uig(m)}$, %	от 0,05 до 30	$\pm (0{,}01 + 0{,}005 \cdot K_{Uig(m)})$ (Δ)	$U \geq U_{ном}$	Ресурс–К2М
		$\pm ((0{,}01 + 0{,}005 \cdot K_{Uig(m)}) \cdot U_{ном}/U)$ (Δ)	$U < U_{ном}$	
8 Угол фазового сдвига между фазными напряжениями основной частоты φ_U	от – 180° до 180°	± 0,03° (Δ)	–	Ресурс–К2
			$0{,}7 \cdot U_{ном} \leq U \leq 1{,}5 \cdot U_{ном}$	Ресурс–К2М
9 Угол фазового сдвига между n-ми гармоническими составляющими фазных напряжений $\varphi_{U(n)}$	от – 180° до 180°	± 0,3° (Δ)	$0{,}7 \cdot U_{ном} \leq U \leq 1{,}4 \cdot U_{ном}$[2)] $K_{U(n)} \geq 5$ %	Ресурс–К2, Ресурс–К2М
		± 0,5° (Δ)	$0{,}7 \cdot U_{ном} \leq U \leq 1{,}4 \cdot U_{ном}$[2)] $0{,}2\ \% \leq K_{U(n)} < 5$ %	
10 Доза фликера P_t	от 0,2 до 20	± 1,5 (δ)	–	

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
11 Длительность провала напряжения $\Delta t_{п}$ [3], с	от 0,01 до 60	± 0,003 (Δ)	–	Ресурс–К2, Ресурс–К2М
12 Длительность временного перенапряжения $\Delta t_{пер\,U}$ [3], с	от 0,01 до 60	± 0,003 (Δ)	–	
13 Глубина провала напряжения $\delta U_{п}$ [4], %	от 0 до 100	± 0,3 (Δ)	–	Ресурс–К2
		± 0,06 (Δ)	–	Ресурс–К2М
14 Коэффициент временного перенапряжения $K_{пер\,U}$ [4]	от 1,0 до 1,4	± 0,003 (Δ)	–	Ресурс–К2
	от 1,0 до 2,0	± 0,0006 (Δ)	–	Ресурс–К2М
Параметры сигналов в каналах тока				
15 Среднеквадратическое значение силы тока I, А	от $0{,}001 \cdot I_{ном}$ до $1{,}5 \cdot I_{ном}$	± (0,05 + 0,01·(|$I_{ном}$ /I – 1|)) (δ)	–	Ресурс–К2
		± (0,03 + 0,003·(|$I_{ном}$ /I – 1|)) (δ)	для диапазона *1I*	Ресурс–К2М
		± (0,03 + 0,01·(|$I_{ном}$ /I – 1|)) (δ)	для диапазона *2I*	
16 Коэффициент искажения синусоидальности тока K_I, %	от 0,1 до 100	± (0,015 + 0,005·K_I) (Δ)	$0{,}1 \cdot I_{ном} \le I \le 1{,}5 \cdot I_{ном}$	Ресурс–К2, Ресурс–К2М
		± (0,03 + 0,01·K_I) (Δ)	$0{,}01 \cdot I_{ном} \le I < 0{,}1 \cdot I_{ном}$	
17 Коэффициент n-ой гармонической составляющей тока $K_{I(n)}$, %	от 0,05 до 100 для $2 \le n \le 10$	± (0,01 + 0,005·$K_{I(n)}$) (Δ)	$0{,}1 \cdot I_{ном} \le I \le 1{,}5 \cdot I_{ном}$	Ресурс–К2, Ресурс–К2М
	от 0,05 до 50 для $10 < n \le 20$			
	от 0,05 до 20 для $20 < n \le 20$			
	от 0,05 до 10 для $30 < n \le 40$			
	от 0,05 до 5 для $40 < n \le 50$			
	от 0,5 до 100 для $2 \le n \le 10$	± (0,03 + 0,01·$K_{I(n)}$) (Δ)	$0{,}01 \cdot I_{ном} \le I < 0{,}1 \cdot I_{ном}$	
	от 0,5 до 50 для $10 < n \le 20$			
	от 0,5 до 20 для $20 < n \le 20$			
	от 0,5 до 10 для $30 < n \le 40$			
	от 0,5 до 5 для $40 < n \le 50$			

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
18 Коэффициент m-ой интергармонической составляющей тока $K_{Iig(m)}$, %	от 0,05 до 100 для $1 \le m \le 9$	$\pm (0,01 + 0,005 \cdot K_{Iig(m)})$ (Δ)	$0,1 \cdot I_{ном} \le I \le 1,5 \cdot I_{ном}$	Ресурс–К2М
	от 0,05 до 50 для $9 < m \le 19$			
	от 0,05 до 20 для $19 < m \le 29$			
	от 0,05 до 10 для $29 < m \le 39$			
	от 0,05 до 5 для $39 < m \le 49$			
	от 0,5 до 100 для $1 \le m \le 9$	$\pm (0,03 + 0,01 \cdot K_{Iig(m)})$ (Δ)	$0,01 \cdot I_{ном} \le I < 0,1 \cdot I_{ном}$	
	от 0,5 до 50 для $9 < m \le 19$			
	от 0,5 до 20 для $19 < m \le 29$			
	от 0,5 до 10 для $29 < m \le 39$			
	от 0,5 до 5 для $39 < m \le 49$			
19 Угол фазового сдвига между токами основной частоты φ_I	от – 180° до 180°	± 0,03° (Δ)	$0,1 \cdot I_{ном} \le I \le 1,5 \cdot I_{ном}$	Ресурс–К2, Ресурс–К2М
		± 0,1° (Δ)	$0,01 \cdot I_{ном} \le I < 0,1 \cdot I_{ном}$	
20 Угол фазового сдвига между напряжением и током основной частоты φ_{UI} [9)]	от – 180° до 180°	± 0,03° (Δ)	$0,7 \cdot U_{ном} \le U \le 1,4 \cdot U_{ном}$ [2)] $0,1 \cdot I_{ном} \le I \le 1,5 \cdot I_{ном}$	
		± 0,1° (Δ)	$0,7 \cdot U_{ном} \le U \le 1,4 \cdot U_{ном}$ [2)] $0,01 \cdot I_{ном} \le I < 0,1 \cdot I_{ном}$	
		± 0,1° (Δ)	$0,1 \cdot U_{ном} \le U < 0,7 \cdot U_{ном}$ $0,1 \cdot I_{ном} \le I \le 1,5 \cdot I_{ном}$	Ресурс–К2М
		± 0,3° (Δ)	$0,1 \cdot U_{ном} \le U < 0,7 \cdot U_{ном}$ $0,01 \cdot I_{ном} \le I < 0,1 \cdot I_{ном}$	
21 Угол фазового сдвига между n-ми гармоническими составляющими напряжения и тока $\varphi_{UI(n)}$ [5), 6)]	от – 180° до 180°	$\pm (0,3 + 0,01 \cdot n + 10^{-5} \cdot S_{ном}/S_{(n)})°$ (Δ)	$10^{-6} \cdot S_{ном} \le S_{(n)} \le 0,3 \cdot S_{ном}$ $10^{-4} \cdot I_{ном} \le I_{(1)} \cdot K_{I(n)}/100 \le I_{ном}$ $0,02 \cdot U_{ном} \le U_{(1)} \cdot K_{U(n)}/100 \le U_{ном}$	Ресурс–К2, Ресурс–К2М

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
21 Угол фазового сдвига между n-ми гармоническими составляющими напряжения и тока $\varphi_{UI(n)}$ [5), 6)]	от – 180° до 180°	$\pm (0{,}3 + 0{,}01 \cdot n + 10^{-5} \cdot S_{ном}/S_{(n)})°$ (Δ)	$10^{-6} \cdot S_{ном} \le S_{(n)} \le 0{,}3 \cdot S_{ном}$ $10^{-4} \cdot I_{ном} \le I_{(1)} \cdot K_{I(n)}/100 \le I_{ном}$ $0{,}02 \cdot U_{ном} \le U_{(1)} \cdot K_{U(n)}/100 \le U_{ном}$	
22 Угол фазового сдвига между напряжением и током прямой последовательности φ_{UI1} [9)]	от – 180° до 180°	± 0,03° (Δ)	$0{,}01 \cdot U_{ном} \le U \le 1{,}2 \cdot U_{ном}$ $0{,}05 \cdot I_{ном} \le I \le 1{,}5 \cdot I_{ном}$	Ресурс–К2, Ресурс–К2М
		± 0,1° (Δ)	$0{,}01 \cdot U_{ном} \le U \le 1{,}2 \cdot U_{ном}$ $0{,}01 \cdot I_{ном} \le I < 0{,}05 \cdot I_{ном}$	
23 Угол фазового сдвига между напряжением и током обратной последовательности φ_{UI2}	от – 180° до 180°	± 1° (Δ)	$0{,}01 \cdot U_{ном} \le U_2 \le 1{,}2 \cdot U_{ном}$ $0{,}01 \cdot I_{ном} \le I_2 \le 1{,}5 \cdot I_{ном}$	Ресурс–К2, Ресурс–К2М
24 Угол фазового сдвига между напряжением и током нулевой последовательности φ_{UI0}	от – 180° до 180°	± 1° (Δ)	$0{,}01 \cdot U_{ном} \le U_0 \le 1{,}2 \cdot U_{ном}$ $0{,}01 \cdot I_{ном} \le I_0 \le 1{,}5 \cdot I_{ном}$	
Параметры фиктивной мощности				
25 Активная мощность P [5), 7), 8)]: а) трехфазная; б) однофазная	от $0{,}01 \cdot S_{ном}$ до $1{,}5 \cdot S_{ном}$	± (0,1 + 0,02·(|$S_{ном}/P$ – 1|)) (δ)	$0{,}01 \cdot I_{ном} \le I \le 1{,}5 \cdot I_{ном}$	Ресурс–К2
	от $0{,}01 \cdot S_{ном}$ до $2{,}25 \cdot S_{ном}$	а) ± (0,05 + 0,001·(|$S_{ном}/P$ – 1|)) (δ) [10)]	для диапазона *1I* $0{,}01 \cdot U_{ном} \le U \le 1{,}5 \cdot U_{ном}$ $0{,}01 \cdot I_{ном} \le I \le 1{,}5 \cdot I_{ном}$	Ресурс–К2М
		б) ± (0,05 + 0,002·(|$S_{ном}/P$ – 1|)) (δ) [10)]		
		а) ± (0,05 + 0,005·(|$S_{ном}/P$ – 1|)) (δ) [10)]	для диапазона *2I* $0{,}01 \cdot U_{ном} \le U \le 1{,}5 \cdot U_{ном}$ $0{,}01 \cdot I_{ном} \le I \le 1{,}5 \cdot I_{ном}$	
		б) ± (0,05 + 0,01·(|$S_{ном}/P$ – 1|)) (δ) [10)]		
26 Реактивная мощность Q [5), 7), 8)]: а) трехфазная; б) однофазная	от $0{,}01 \cdot S_{ном}$ до $1{,}5 \cdot S_{ном}$	± (0,1 + 0,02·(|$S_{ном}/Q$ – 1|)) (δ)	$0{,}01 \cdot I_{ном} \le I \le 1{,}5 \cdot I_{ном}$	Ресурс–К2
	от $0{,}01 \cdot S_{ном}$ до $2{,}25 \cdot S_{ном}$	а) ± (0,1 + 0,003·(|$S_{ном}/Q$ – 1|)) (δ)	для диапазона *1I* $0{,}01 \cdot U_{ном} \le U \le 1{,}5 \cdot U_{ном}$ $0{,}01 \cdot I_{ном} \le I \le 1{,}5 \cdot I_{ном}$	Ресурс–К2М
		б) ± (0,1 + 0,005·(|$S_{ном}/Q$ – 1|)) (δ)		
		а) ± (0,1 + 0,005·(|$S_{ном}/Q$ – 1|)) (δ)	для диапазона *2I* $0{,}01 \cdot U_{ном} \le U \le 1{,}5 \cdot U_{ном}$ $0{,}01 \cdot I_{ном} \le I \le 1{,}5 \cdot I_{ном}$	
		б) ± (0,1 + 0,01·(|$S_{ном}/Q$ – 1|)) (δ)		
27 Полная мощность S [5), 7), 8)]: а) трехфазная; б) однофазная	от $0{,}01 \cdot S_{ном}$ до $1{,}5 \cdot S_{ном}$	± (0,1 + 0,02·(|$S_{ном}/S$ – 1|)) (δ)	$0{,}01 \cdot I_{ном} \le I \le 1{,}5 \cdot I_{ном}$	Ресурс–К2
	от $0{,}01 \cdot S_{ном}$ до $2{,}25 \cdot S_{ном}$	а) ± (0,1 + 0,003·(|$S_{ном}/S$ – 1|)) (δ)	для диапазона *1I* $0{,}01 \cdot U_{ном} \le U \le 1{,}5 \cdot U_{ном}$ $0{,}01 \cdot I_{ном} \le I \le 1{,}5 \cdot I_{ном}$	Ресурс–К2М
		б) ± (0,1 + 0,005·(|$S_{ном}/S$ – 1|)) (δ)		
		а) ± (0,1 + 0,005·(|$S_{ном}/S$ – 1|)) (δ)	для диапазона *2I* $0{,}01 \cdot U_{ном} \le U \le 1{,}5 \cdot U_{ном}$ $0{,}01 \cdot I_{ном} \le I \le 1{,}5 \cdot I_{ном}$	
		б) ± (0,1 + 0,01·(|$S_{ном}/S$ – 1|)) (δ)		
28 Активная мощность обратной последовательности напряжения и тока P_2	от $0{,}001 \cdot S_{ном}$ до $1{,}5 \cdot S_{ном}$	± (0,15 + 0,002·(|$S_{ном}/P_2$ – 1|)) (δ)	$S_{ном} = I_{ном} \cdot U_{ном}$	Ресурс–К2М

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
29 Активная мощность нулевой последовательности напряжения и тока P_0	от $0{,}001 \cdot S_{ном}$ до $1{,}5 \cdot S_{ном}$	$\pm (0{,}15 + 0{,}002 \cdot (\lvert S_{ном}/P_0 - 1 \rvert))$ (δ)	$S_{ном} = I_{ном} \cdot U_{ном}$	

[1] Указанные пределы допускаемой погрешности относятся к среднеквадратическому значению напряжения за 10 и более периодов сигнала основной частоты. Для среднеквадратического значения напряжения за интервал времени от одного до 10 периодов сигнала основной частоты, а также для остаточного напряжения при провале и максимального значения напряжения при перенапряжении, указанные пределы допускаемой погрешности удваиваются.

[2] Для модификации калибраторов «Ресурс–К2М» параметр нормируют в диапазоне среднеквадратических значений напряжения от $0{,}7 \cdot U_{ном}$ до $1{,}5 \cdot U_{ном}$ В.

[3] К длительности провала напряжения и длительности временного перенапряжения относят также интервал времени между изменениями напряжения $t_{i,i+1}$.

[4] Глубину провала напряжения рассматривают как параметр, определяющий нижний уровень при задании размаха изменения напряжения δU_t, а коэффициент временного перенапряжения – как параметр, определяющий верхний уровень при задании размаха изменения напряжения.

[5] $S_{ном}$ – номинальное значение полной трехфазной ($S_{ном} = 3 \cdot I_{ном} \cdot U_{ном}$) или однофазной ($S_{ном} = I_{ном} \cdot U_{ном}$) мощности.

[6] $S_{(n)}$ – полная мощность n-ой гармонической составляющей, $S_{(n)} = U_{(1)} \cdot K_{U(n)} \cdot I_{(1)} \cdot K_{I(n)}/10000$.

[7] Для модификации калибратора «Ресурс–К2» к активной (реактивной, полной) мощности относят активную (реактивную, полную) мощность основной частоты и активную (реактивную, полную) мощность сигнала с учетом гармонических составляющих.

[8] Для модификации калибратора «Ресурс–К2М» к активной (реактивной, полной) мощности относят активную (реактивную, полную) мощность основной частоты и активную (реактивную, полную) мощность сигнала с учетом гармонических и интергармонических составляющих.

[9] При значении сопротивления нагрузки каналов тока Z_H меньше или равном 1 Ом. При значении сопротивления нагрузки каналов тока больше 1 Ом пределы допускаемой дополнительной погрешности составляют $\pm (0{,}005 \cdot Z_H/Z)°$, где Z имеет значение, равное 1 Ом.

[10] При значении сопротивления нагрузки каналов тока Z_H меньше или равном 1 Ом. При значении сопротивления нагрузки каналов тока больше 1 Ом пределы допускаемой дополнительной погрешности составляют $\pm (0{,}02 \cdot Z_H/Z)$ %, где Z имеет значение, равное 1 Ом.

Примечания

1 К среднеквадратическому значению напряжения относят среднеквадратическое значение напряжения основной частоты $U_{(1)}$, среднеквадратическое значение напряжения с учетом всех спектральных составляющих выходного сигнала U, среднеквадратические значения напряжения прямой U_1, обратной U_2 и нулевой U_0 последовательностей.

2 Для модификации калибраторов «Ресурс–К2М» к среднеквадратическому значению напряжения также относят остаточное напряжение при провале U_o (диапазон значений от 0 до $U_{ном}$) и максимальное значение напряжения при перенапряжении $U_{пер}$ (диапазон значений от $U_{ном}$ до $2{,}0 \cdot U_{ном}$).

3 Номер гармонической составляющей n изменяется от 2 до 40 для модификации калибраторов «Ресурс–К2», и от 2 до 50 для модификации калибраторов «Ресурс–К2М».

4 Номер интергармонической составляющей m изменяется от 1 до 49.

5 Коэффициент интергармонической составляющей напряжения вычисляется по формуле: $K_{Uig(m)} = (U_{ig(m)}/U_{(1)})\ 100$, где $U_{ig(m)}$ – среднеквадратическое значение m–ой интергармонической составляющей напряжения.

6 К среднеквадратическому значению силы тока относят среднеквадратическое значение силы тока основной частоты $I_{(1)}$, среднеквадратическое значение силы тока с учетом всех спектральных составляющих выходного сигнала I и среднеквадратические значения силы тока прямой I_1, обратной I_2 и нулевой I_0, последовательностей.

7 Коэффициент интергармонической составляющей тока вычисляется по формуле: $K_{Iig(m)} = (I_{ig(m)}/I_{(1)})\ 100$, где $I_{ig(m)}$ – среднеквадратическое значение m–ой интергармонической составляющей тока.

8 Под дозой фликера понимают кратковременную P_{St} и длительную P_{Lt} дозы фликера.

Пределы допускаемой дополнительной температурной погрешности модификации калибраторов «Ресурс–К2М» составляет 1/10 пределов допускаемой основной погрешности на 1 °С изменения температуры окружающей среды по отношению к области нормальных значений при воспроизведении параметров:

- среднеквадратическое значение напряжения выходного сигнала;
- частота выходного сигнала;
- коэффициенты несимметрии напряжений по обратной и нулевой последовательностям;
- глубина провала напряжения;
- коэффициент временного перенапряжения;
- среднеквадратическое значение силы тока выходного сигнала;
- трехфазная и однофазная активная мощность.

Нестабильность модификации калибраторов «Ресурс–К2М»:

- выходного напряжения: за 1 ч не более ± 0,01 %, за 8 ч не более ± 0,02 %;
- выходной силы тока: за 1 ч не более ± 0,01 %, за 8 ч не более ± 0,02 %;
- выходной фиктивной мощности: за 1 ч не более ± 0,01 %, за 8 ч не более ± 0,02 %.

Нормальные условия применения:

- температура окружающего воздуха (20 ± 5) °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа (от 630 до 795 мм рт. ст.);
- частота питающей сети (50 ± 0,5) Гц;
- напряжение питающей сети переменного тока (220 ± 4,4) В;
- коэффициент искажения синусоидальности напряжения питающей сети не более 5 %.

Рабочие условия применения:

- температура окружающего воздуха от плюс 10 °С до плюс 35 °С;
- относительная влажность воздуха не более 80 % при температуре окружающего воздуха плюс 25 °С;
- атмосферное давление от 70,0 до 106,7 кПа (от 537 до 800 мм рт. ст.).

Максимальное среднеквадратическое значение силы тока в каналах напряжения 50 мА для напряжения основной частоты и 10 мА для:

- всех n-х гармонических составляющих у модификации калибраторов «Ресурс–К2»;
- всех n-х гармонических составляющих и m-ых интергармонических составляющих у модификации калибраторов «Ресурс–К2М».

Максимальная электрическая ёмкость нагрузки в каналах напряжения 2000 пФ.

Максимальное среднеквадратическое значение выходного напряжения в каналах тока 2 В.

Максимальная индуктивность нагрузки в каналах тока не более 0,1 мГн.

Электропитание калибраторов осуществляется от сети переменного тока частотой (50,0 ± 0,5) Гц и напряжением (220 ± 22) В.

Мощность, потребляемая калибраторами, не более 500 В·А.

Калибраторы имеют защиту от перегрузки выходов напряжения и тока со светодиодной индикацией на передней панели.

Время установления рабочего режима не более 30 мин.

Продолжительность непрерывной работы калибраторов не менее 8 ч.

Средняя наработка на отказ не менее 20 000 ч.

Средний срок службы не менее 10 лет.

Габаритные размеры калибраторов не более (высота × ширина × глубина) (190 × 490 × 550) мм.

Масса калибраторов не более 30 кг.

Сопротивление изоляции между корпусом калибраторов и контактами сетевого питания, зажимами выходных цепей напряжения и тока, между зажимом сетевого питания и зажимами выходных цепей напряжения и тока, между зажимами сетевого питания, выходных цепей напряжения, выходных цепей тока и разъемом интерфейса RS-232 в рабочих условиях применения не менее 20 МОм.

Сопротивление защитного заземления между зажимом для подключения защитного проводника и доступной металлической частью калибраторов, между зажимом для подключения защитного проводника и металлическими контактами разъема интерфейса RS-232 не превышает 0,1 Ом.

Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносят на лицевую панель калибраторов методом шелкографии, на титульный лист паспорта и руководства по эксплуатации типографским способом.

Комплектность

Комплект поставки приведен в таблице 3.

Таблица 3

Обозначение изделия	Наименование изделия	Количество
ТУ 4225–005–53718944–2006	Калибратор переменного тока «Ресурс–К2»	1 шт.
БГТК.685612.101	Кабель измерительный напряжения	1 шт.
БГТК.685612.102	Кабель измерительный тока	1 шт.
БГТК.685612.102-01	Кабель измерительный тока	1 шт.
БГТК.685612.102-02	Кабель измерительный тока	1 шт.
ЭГТХ.741391.001-03	Заглушка	3 шт.
–	Кабель сетевой 220 Вт, 10 А, SCZ-1	1 шт.
–	Шнур нуль-модемный DB9F-DB9M 1,8 м	1 шт.
Р.БГТК.00010-01	Программное обеспечение	1 шт.
Р.БГТК.00010-01 33 01	Библиотека управления калибратором переменного тока «Ресурс–К2». Руководство программиста	1 экз.
БГТК.411649.002 РЭ	Калибраторы переменного тока «Ресурс–К2». Руководство по эксплуатации	1 экз.
БГТК.411649.002 ПС	Калибратор переменного тока «Ресурс–К2». Паспорт	1 экз.
БГТК.411649.002 МП	Калибраторы переменного тока «Ресурс–К2». Методика поверки*	1 экз.

* Поставляется по отдельному заказу.

Поверка

осуществляется в соответствии с документом «Калибраторы переменного тока «Ресурс–К2». Методика поверки. БГТК.411649.002 МП», утверждённым ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМС» в ноябре 2011 года.

Основные средства поверки приведены в таблице 4.

Таблица 4

Наименование и тип средства поверки	Требуемые характеристики
Портативный образцовый счётчик МТ 3000	Диапазон измерений напряжения от 10 до 300 В, пределы допускаемой относительной погрешности ± 0,01 %; диапазон измерений силы тока от 0,0004 до 12 А, пределы допускаемой относительной погрешности ± 0,01 % при силе тока от 0,02 до 12 А, ± 0,1 % при силе тока от 0,004 до 0,02 А; диапазон измерений частоты от 15 до 70 Гц. Диапазон измерений углов сдвига фаз пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений углов сдвига фаз ± 0,01°. Пределы допускаемой относительной погрешности измерений активной, реактивной и полной мощности ± 0,02 % относительно полной мощности. Входное сопротивление по входам тока 0,5 Ом на поддиапазонах измерения силы тока 250; 500 мА и 1; 2,5; 5; 10 А и 5 Ом на поддиапазонах измерения силы тока 25; 50; 100 мА
Мультиметр цифровой прецизионный 8508А	Пределы измерений напряжения переменного тока $\boldsymbol{U}_к$ составляют 200 мВ, 2 В, 20 В, 200 В, пределы допускаемой абсолютной погрешности ± (0,0095 % $\boldsymbol{U}_{изм}$ + 0,0012 % $\boldsymbol{U}_к$) В; ± (0,0125 % $\boldsymbol{U}_{изм}$ + 0,0012 % $\boldsymbol{U}_к$) В при $\boldsymbol{U}_к$ равном 200 мВ. Пределы измерений силы переменного тока $\boldsymbol{I}_к$ составляют 200 мкА, 2 мА, 20 мА, 200 мА, 2А, 20 А, пределы допускаемой абсолютной погрешности ± (0,0034 % $\boldsymbol{I}_{изм}$ + 0,0012 % $\boldsymbol{I}_к$) А при $\boldsymbol{I}_к$ равном 200 мкА, 2 мА, 20 мА; ± (0,0305 % $\boldsymbol{I}_{изм}$ + 0,012 % $\boldsymbol{I}_к$) А при $\boldsymbol{I}_к$ равном 200 мА; ± (0,0705 % $\boldsymbol{I}_{изм}$ + 0,012 % $\boldsymbol{I}_к$) А при $\boldsymbol{I}_к$ равном 2 А; ± (0,09 % $\boldsymbol{I}_{изм}$ + 0,012 % $\boldsymbol{I}_к$) А при $\boldsymbol{I}_к$ равном 20 А
Частотомер электронно-счетный Ч3-54	Диапазон измерений периода от 0 до 1 МГц, диапазон напряжения входного сигнала от 0,1 до 100 В, пределы допускаемой относительной погрешности ± $5 \cdot 10^{-7}$ %

Сведения о методиках (методах) измерений

Сведения приведены в руководстве по эксплуатации БГТК.411649.002 РЭ.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к калибраторам переменного тока «Ресурс–К2»

1. ГОСТ 8.110–97 «Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений коэффициента гармоник».
2. ГОСТ 8.129–99 «Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений времени и частоты».
3. ГОСТ 8.551–86 «Государственная система обеспечения единства измерений. Государственный специальный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений электрической мощности и коэффициента мощности в диапазоне частот 40÷20000 Гц».
4. ГОСТ 13109–97 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электричества энергии в системах электроснабжения общего назначения».
5. ГОСТ 22261–94 «Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия».
6. ГОСТ Р 8.648–2008 «Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-2}$ до $2 \cdot 10^{9}$ Гц».

7. ГОСТ Р 8.655–2009 «Государственная система обеспечения единства измерений. Средства измерений показателей качества электрической энергии. Общие технические требования».

8. ГОСТ Р 51317.4.7–2008 (МЭК 61000-4-7:2002) «Совместимость технических средств электромагнитная. Общее руководство по средствам измерений и измерениям гармоник и интергармоник для систем электроснабжения и подключаемых к ним технических средств».

9. ГОСТ Р 51317.4.15–99 (МЭК 61000-4-15:1997) «Совместимость технических средств электромагнитная. Фликерметр. Технические требования и методы испытаний».

10. ГОСТ Р 51317.4.30–2008 (МЭК 61000-4-30:2008) «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Методы измерений показателей качества электрической энергии».

11. ГОСТ Р 51522–99 (МЭК 61326-1–97) «Совместимость технических средств электромагнитная. Электрическое оборудование для измерения, управления и лабораторного применения. Требования и методы испытаний».

12. ГОСТ Р 52319–2005 (МЭК 61010-1: 2001) «Безопасность электрического оборудования для измерения, управления и лабораторного применения. Часть 1. Общие требования».

13. МИ 1940–88 «Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений силы переменного тока от $1 \cdot 10^{-8}$ до 25 А в диапазоне частот $20 \div 1 \cdot 10^{6}$ Гц».

14. МИ 1949–88 «Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений угла фазового сдвига между двумя электрическими напряжениями в диапазоне частот $1 \cdot 10^{-3} \div 2 \cdot 10^{7}$».

15. ТУ 4225–005–53718944–2006 «Калибратор переменного тока «Ресурс–К2». Технические условия».

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;
- осуществление мероприятий государственного контроля (надзора).

Изготовители

Общество с ограниченной ответственностью Научно-производственное предприятие «Энерготехника» (ООО НПП «Энерготехника»), г. Пенза.

Адрес: Российская Федерация, 440026, г. Пенза, ул. Лермонтова, 3.

Тел./факс: (8412) 55-31-29, 56-42-76. E-mail: info@entp.ru, http://www.entp.ru.

Испытательный центр

ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМС». Номер аттестата аккредитации: 30004-08 от 27.06.2008 г.

Юридический адрес: 119361, г. Москва, ул. Озерная, д. 46.

Тел. (495) 437 55 77, факс (495) 437 56 66. E-mail: office@vniims.ru.

Заместитель Руководителя
Федерального агентства по техническому
регулированию и метрологии — Е. Р. Петросян

М.П

«22» 03 2012 г.