

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.

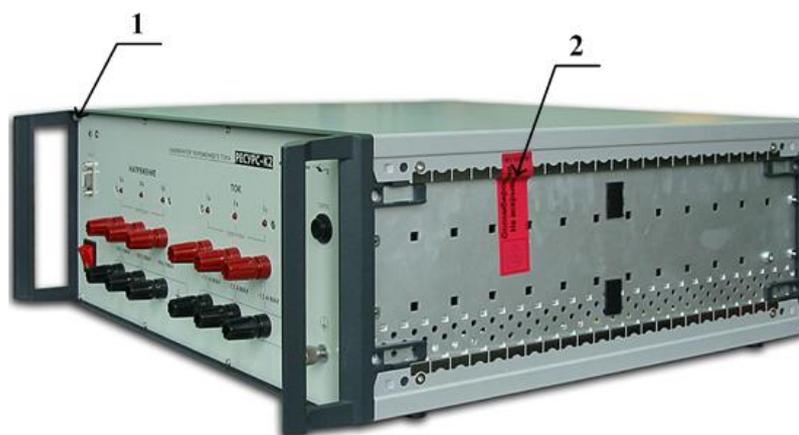
Идентификационные данные программного обеспечения калибраторов приведены в таблице 1.

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 | 291fa0494b6ef5d552 2ab314319dda5a | MD5 |
| Библиотека управления калибратором переменного тока «Ресурс–К2» | SignalK2.dll | 2.4 | 25ff61dcec905241a2 eafc2e7f24e04f | MD5 |
| Калибратор К2 | KalibratorK2.exe | 3.0.13.31 | 5b0c69bc3504844d2c 378076b16f0d8a | 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 $U_{\text{ном}}$:

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

Номинальное среднеквадратическое значение воспроизводимой силы тока $I_{\text{ном}}$:

- 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 $0,7 \cdot U_{\text{ном}}$ до $1,4 \cdot U_{\text{ном}}$ В;

б) модификация калибраторов «Ресурс–К2М»:

- среднеквадратическое значение напряжения от $0,1 \cdot U_{\text{ном}}$ до $2,0 \cdot U_{\text{ном}}$ 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 D , относительной d , %) | Примечание | Модификация |
|--|--|---|--|----------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Параметры сигналов в каналах напряжения | | | | |
| 1 Среднеквадратическое значение напряжения U , В | от $0,01 \cdot U_{\text{НОМ}}$ до $1,44 \cdot U_{\text{НОМ}}$ | $\pm (0,05 + 0,01 \cdot (U_{\text{НОМ}}/U - 1))$ (d) | – | Ресурс– К2 |
| | от $0,01 \cdot U_{\text{НОМ}}$ до $1,5 \cdot U_{\text{НОМ}}$ | $\pm (0,03 + 0,01 \cdot (U_{\text{НОМ}}/U - 1))$ (d) ¹⁾ | – | Ресурс– К2М |
| 2 Частота основного сигнала f , Гц | от 45 до 65 | $\pm 0,005$ (D) | – | Ресурс– К2 |
| | от 42,5 до 69 | $\pm 0,003$ (D) | – | Ресурс– К2М |
| 3 Коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности K_{2U} , % | от 0 до 30 | $\pm 0,1$ (D) | – | Ресурс– К2 |
| | | $\pm 0,05$ (D) | – | Ресурс– К2М |
| 4 Коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности K_{0U} , % | от 0 до 30 | $\pm 0,1$ (D) | – | Ресурс– К2 |
| | | $\pm 0,05$ (D) | – | 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 |
| | | $\pm ((0,015 + 0,005 \cdot K_U) \cdot U_{\text{НОМ}}/U)$ (Δ) | $U \geq U_{\text{НОМ}}$ $U < U_{\text{НОМ}}$ | Ресурс– К2М |
| 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 |
| | | $\pm ((0,01 + 0,005 \cdot K_{U(n)}) \cdot U_{\text{НОМ}}/U)$ (Δ) | $U \geq U_{\text{НОМ}}$ $U < U_{\text{НОМ}}$ | Ресурс– К2М |
| 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) | $U \geq U_{\text{НОМ}}$ | Ресурс– К2М |
| | | $\pm ((0,01 + 0,005 \cdot K_{Uig(m)}) \cdot U_{\text{НОМ}}/U)$ (Δ) | $U < U_{\text{НОМ}}$ | |
| 8 Угол фазового сдвига между фазными напряжениями основной частоты j_U | от -180° до 180° | $\pm 0,03^\circ$ (D) | – | Ресурс– К2 |
| | | | $0,7 \cdot U_{\text{НОМ}} \leq U \leq 1,5 \cdot U_{\text{НОМ}}$ | Ресурс– К2М |
| 9 Угол фазового сдвига между n -ми гармоническими составляющими фазных напряжений $j_{U(n)}$ | от -180° до 180° | $\pm 0,3^\circ$ (D) | $0,7 \cdot U_{\text{НОМ}} \leq U \leq 1,4 \cdot U_{\text{НОМ}}$ ²⁾ $K_{U(n)} \geq 5\%$ | Ресурс– К2, Ресурс– К2М |
| | | | $0,7 \cdot U_{\text{НОМ}} \leq U \leq 1,4 \cdot U_{\text{НОМ}}$ ²⁾ $0,2\% \leq K_{U(n)} < 5\%$ | |
| 10 Доза фликера P_t | от 0,2 до 20 | $\pm 1,5$ (d) | – | |

Продолжение таблицы 2

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

Продолжение таблицы 2

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

Продолжение таблицы 2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|--|--|--|--|
| 21 Угол фазового сдвига между n -ми гармоническими составляющими напряжения и тока $j_{U(n)}$ ^{5), 6)} | от -180° до 180° | $\pm (0,3 + 0,01 \cdot n + 10^{-5} \cdot S_{\text{НОМ}}/S_{(n)})^\circ$ (D) | $10^{-6} \cdot S_{\text{НОМ}} \leq S_{(n)} \leq 0,3 \cdot S_{\text{НОМ}}$ $10^{-4} \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I_{(1)} \cdot K_{(n)}/100 \leq I_{\text{НОМ}}$ $0,02 \cdot U_{\text{НОМ}} \leq U_{(1)} \cdot K_{(n)}/100 \leq U_{\text{НОМ}}$ | Ресурс- К2, Ресурс- К2М Ресурс- К2, Ресурс- К2М |
| 22 Угол фазового сдвига между напряжением и током прямой последовательности j_{U1} ⁹⁾ | от -180° до 180° | $\pm 0,03^\circ$ (D) | $0,01 \cdot U_{\text{НОМ}} \leq U \leq 1,2 \cdot U_{\text{НОМ}}$ $0,05 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 1,5 \cdot I_{\text{НОМ}}$ | |
| | | $\pm 0,1^\circ$ (D) | $0,01 \cdot U_{\text{НОМ}} \leq U \leq 1,2 \cdot U_{\text{НОМ}}$ $0,01 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,05 \cdot I_{\text{НОМ}}$ | |
| 23 Угол фазового сдвига между напряжением и током обратной последовательности j_{U2} | от -180° до 180° | $\pm 1^\circ$ (D) | $0,01 \cdot U_{\text{НОМ}} \leq U_2 \leq 1,2 \cdot U_{\text{НОМ}}$ $0,01 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I_2 \leq 1,5 \cdot I_{\text{НОМ}}$ | |
| 24 Угол фазового сдвига между напряжением и током нулевой последовательности j_{U0} | от -180° до 180° | $\pm 1^\circ$ (D) | $0,01 \cdot U_{\text{НОМ}} \leq U_0 \leq 1,2 \cdot U_{\text{НОМ}}$ $0,01 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I_0 \leq 1,5 \cdot I_{\text{НОМ}}$ | |
| Параметры фиктивной мощности | | | | |
| 25 Активная мощность P ^{5), 7), 8)} : а) трехфазная; б) однофазная | от $0,01 \cdot S_{\text{НОМ}}$ до $1,5 \cdot S_{\text{НОМ}}$ | $\pm (0,1 + 0,02 \cdot (S_{\text{НОМ}}/P - 1))$ (d) | $0,01 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 1,5 \cdot I_{\text{НОМ}}$ | Ресурс- К2 |
| | от $0,01 \cdot S_{\text{НОМ}}$ до $2,25 \cdot S_{\text{НОМ}}$ | а) $\pm (0,05 + 0,001 \cdot (S_{\text{НОМ}}/P - 1))$ (d) ¹⁰⁾ | для диапазона II $0,01 \cdot U_{\text{НОМ}} \leq U \leq 1,5 \cdot U_{\text{НОМ}}$ $0,01 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 1,5 \cdot I_{\text{НОМ}}$ | Ресурс- К2М |
| | | б) $\pm (0,05 + 0,002 \cdot (S_{\text{НОМ}}/P - 1))$ (d) ¹⁰⁾ | | |
| | | а) $\pm (0,05 + 0,005 \cdot (S_{\text{НОМ}}/P - 1))$ (d) ¹⁰⁾ | для диапазона 2I $0,01 \cdot U_{\text{НОМ}} \leq U \leq 1,5 \cdot U_{\text{НОМ}}$ $0,01 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 1,5 \cdot I_{\text{НОМ}}$ | |
| б) $\pm (0,05 + 0,01 \cdot (S_{\text{НОМ}}/P - 1))$ (d) ¹⁰⁾ | | | | |
| 26 Реактивная мощность Q ^{5), 7), 8)} : а) трехфазная; б) однофазная | от $0,01 \cdot S_{\text{НОМ}}$ до $1,5 \cdot S_{\text{НОМ}}$ | $\pm (0,1 + 0,02 \cdot (S_{\text{НОМ}}/Q - 1))$ (d) | $0,01 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 1,5 \cdot I_{\text{НОМ}}$ | Ресурс- К2 |
| | от $0,01 \cdot S_{\text{НОМ}}$ до $2,25 \cdot S_{\text{НОМ}}$ | а) $\pm (0,1 + 0,003 \cdot (S_{\text{НОМ}}/Q - 1))$ (d) | для диапазона II $0,01 \cdot U_{\text{НОМ}} \leq U \leq 1,5 \cdot U_{\text{НОМ}}$ $0,01 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 1,5 \cdot I_{\text{НОМ}}$ | Ресурс- К2М |
| | | б) $\pm (0,1 + 0,005 \cdot (S_{\text{НОМ}}/Q - 1))$ (d) | | |
| | | а) $\pm (0,1 + 0,005 \cdot (S_{\text{НОМ}}/Q - 1))$ (d) | для диапазона 2I $0,01 \cdot U_{\text{НОМ}} \leq U \leq 1,5 \cdot U_{\text{НОМ}}$ $0,01 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 1,5 \cdot I_{\text{НОМ}}$ | |
| б) $\pm (0,1 + 0,01 \cdot (S_{\text{НОМ}}/Q - 1))$ (d) | | | | |
| 27 Полная мощность S ^{5), 7), 8)} : а) трехфазная; б) однофазная | от $0,01 \cdot S_{\text{НОМ}}$ до $1,5 \cdot S_{\text{НОМ}}$ | $\pm (0,1 + 0,02 \cdot (S_{\text{НОМ}}/S - 1))$ (d) | $0,01 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 1,5 \cdot I_{\text{НОМ}}$ | Ресурс- К2 |
| | от $0,01 \cdot S_{\text{НОМ}}$ до $2,25 \cdot S_{\text{НОМ}}$ | а) $\pm (0,1 + 0,003 \cdot (S_{\text{НОМ}}/S - 1))$ (d) | для диапазона II $0,01 \cdot U_{\text{НОМ}} \leq U \leq 1,5 \cdot U_{\text{НОМ}}$ $0,01 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 1,5 \cdot I_{\text{НОМ}}$ | Ресурс- К2М |
| | | б) $\pm (0,1 + 0,005 \cdot (S_{\text{НОМ}}/S - 1))$ (d) | | |
| | | а) $\pm (0,1 + 0,005 \cdot (S_{\text{НОМ}}/S - 1))$ (d) | для диапазона 2I $0,01 \cdot U_{\text{НОМ}} \leq U \leq 1,5 \cdot U_{\text{НОМ}}$ $0,01 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 1,5 \cdot I_{\text{НОМ}}$ | |
| б) $\pm (0,1 + 0,01 \cdot (S_{\text{НОМ}}/S - 1))$ (d) | | | | |
| 28 Активная мощность обратной последовательности напряжения и тока P_2 | от $0,001 \cdot S_{\text{НОМ}}$ до $1,5 \cdot S_{\text{НОМ}}$ | $\pm (0,15 + 0,002 \cdot (S_{\text{НОМ}}/P_2 - 1))$ (d) | $S_{\text{НОМ}} = I_{\text{НОМ}} \cdot U_{\text{НОМ}}$ | Ресурс- К2М |

Продолжение таблицы 2

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

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 $0,7 \cdot U_{\text{ном}}$ до $1,5 \cdot U_{\text{ном}}$ 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_i , а коэффициент временного перенапряжения – как параметр, определяющий верхний уровень при задании размаха изменения напряжения.

⁵⁾ $S_{\text{ном}}$ – номинальное значение полной трехфазной ($S_{\text{ном}} = 3 \cdot I_{\text{ном}} \cdot U_{\text{ном}}$) или однофазной ($S_{\text{ном}} = I_{\text{ном}} \cdot U_{\text{ном}}$) 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 $\pm (0,005 \cdot Z_H / Z)^\circ$, 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_0 (диапазон значений от 0 до $U_{\text{ном}}$) и максимальное значение напряжения при перенапряжении $U_{\text{пер}}$ (диапазон значений от $U_{\text{ном}}$ до $2,0 \cdot U_{\text{ном}}$).

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: $K_{U_{ig(m)}} = (U_{ig(m)} / U_{(1)}) 100$, 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: $K_{I_{ig}(m)} = (I_{ig(m)}/I_{(1)}) 100$, 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 $\pm 0,01$ %, за 8 ч не более $\pm 0,02$ %;
- выходной силы тока: за 1 ч не более $\pm 0,01$ %, за 8 ч не более $\pm 0,02$ %;
- выходной фиктивной мощности: за 1 ч не более $\pm 0,01$ %, за 8 ч не более $\pm 0,02$ %.

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 ($50 \pm 0,5$) Гц;
- напряжение питающей сети переменного тока ($220 \pm 4,4$) 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 ($50,0 \pm 0,5$) 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 В, 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 $\pm 0,01$ %; диапазон измерений силы тока от 0,0004 до 12 А, пределы допускаемой относительной погрешности $\pm 0,01$ % при силе тока от 0,02 до 12 А, $\pm 0,1$ % 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 $\pm 0,01^\circ$. Пределы допускаемой относительной погрешности измерений активной, реактивной и полной мощности $\pm 0,02$ % 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 U_k составляют 200 мВ, 2 В, 20 В, 200 В, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm (0,0095 \% U_{изм} + 0,0012 \% U_k)$ В; $\pm (0,0125 \% U_{изм} + 0,0012 \% U_k)$ В при U_k равном 200 мВ. Пределы измерений силы переменного тока I_k составляют 200 мкА, 2 мА, 20 мА, 200 мА, 2 А, 20 А, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm (0,0034 \% I_{изм} + 0,0012 \% I_k)$ А при I_k равном 200 мкА, 2 мА, 20 мА; $\pm (0,0305 \% I_{изм} + 0,012 \% I_k)$ А при I_k равном 200 мА; $\pm (0,0705 \% I_{изм} + 0,012 \% I_k)$ А при I_k равном 2 А; $\pm (0,09 \% I_{изм} + 0,012 \% I_k)$ А при I_k равном 20 А |
| Частотомер электронно-счетный ЧЗ-54 | Диапазон измерений периода от 0 до 1 МГц, диапазон напряжения входного сигнала от 0,1 до 100 В, пределы допускаемой относительной погрешности $\pm 5 \cdot 10^{-7}$ % |

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»

- ГОСТ 8.110–97 «Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений коэффициента гармоник».
- ГОСТ 8.129–99 «Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений времени и частоты».
- 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».
- ГОСТ 13109–97 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электричества энергии в системах электроснабжения общего назначения».
- ГОСТ 22261–94 «Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия».
- 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

«_____» _____ 2012 г.