

Вольтамперфазометр цифровой РЕТОМЕТР-МЗ

ЛИСТ ТЕХНИЧЕСКИХ ДАННЫХ

БРГА.411259.008 ТУ

Наименование параметра	Значение
В РЕЖИМЕ ИЗМЕРЕНИЙ ПО ОСНОВНОЙ ЧАСТОТЕ	
Количество измерительных каналов напряжения (Ua, Ub, Uc, Uo)	4
Количество измерительных каналов тока (Ia, Ib, Ic, Io)	4
Клещи токовые	Тип 1
Основная частота переменного тока, Гц	50 ± 2
Входное сопротивление каналов напряжения, МОм, не менее	2
Диапазон измерений фазного СКЗ ¹⁾ напряжения переменного тока основной частоты $U_{(1)}$, В	от 0 до 600
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений фазного СКЗ напряжения переменного тока основной частоты, %: - для поддиапазона св. 3 до 600 В - для поддиапазона от 0 до 3 В включ.	$\pm 0,1$ $\pm \left[0,1 + 0,05 \cdot \left(\frac{X_k}{x} - 1 \right) \right]^{2)}$
Диапазон измерений фазного СКЗ силы переменного тока основной частоты $I_{(1)}$, А	от 0 до 40
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений фазного СКЗ силы переменного тока основной частоты, %: - для поддиапазона св. 0,4 до 40 А - для поддиапазона от 0 до 0,4 А включ.	$\pm 0,5$ $\pm \left[0,5 + 0,2 \cdot \left(\frac{X_k}{x} - 1 \right) \right]$
Диапазон измерений угла фазового сдвига между напряжениями, токами, напряжением и током, градус	от -180 до +180
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига между напряжениями, градус	$\pm 0,1$
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига между напряжением и током (для $U_{(1)}$ св. 3 до 600 В и $I_{(1)}$ св. 0,4 до 40 А), градус	$\pm 0,5$
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига между токами (для $I_{(1)}$ св. 0,4 до 40 А), градус	$\pm 1,0$
Диапазон измерений частоты переменного тока, Гц	от 48 до 52
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты (для $U_{(1)}$ св. 3 до 600 В), Гц	$\pm 0,002$
В РЕЖИМЕ ИЗМЕРЕНИЙ СРЕДНЕКВАДРАТИЧНЫХ ЗНАЧЕНИЙ	
Количество измерительных каналов напряжения (Ua, Ub, Uc, Uo)	4
Количество измерительных каналов тока (Ia, Ib, Ic, Io)	4
Клещи токовые	Тип 1
Диапазон частот, Гц	от 20 до 2500
Входное сопротивление каналов напряжения, МОм, не менее	2
Диапазон измерений СКЗ напряжения переменного тока U , В	от 0,1 до 600

Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений СКЗ напряжения переменного тока в диапазоне частот св. 40 до 70 Гц включ., %: - для поддиапазона св. 3 до 600 В - для поддиапазона от 0,1 до 3 В	$\pm 0,1$ $\pm \left[0,1 + 0,1 \cdot \left(\frac{X_K}{X} - 1 \right) \right]$
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений СКЗ напряжения переменного тока в диапазонах частот от 20 до 40 включ. и св. 70 до 2500 Гц, %: - для поддиапазона св. 10 до 600 В	$\pm (0,1 + 0,5 \cdot F)^{3)}$
Диапазон измерений СКЗ силы переменного тока, А	от 0,04 до 40
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений СКЗ силы переменного тока в диапазоне частот св. 40 до 70 Гц включ., %: - для поддиапазона св. 0,4 до 40 А - для поддиапазона от 0,04 до 0,4 А включ.	$\pm 0,5$ $\pm \left[0,5 + 0,2 \cdot \left(\frac{X_K}{X} - 1 \right) \right]$
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений СКЗ силы переменного тока в диапазонах частот от 20 до 40 включ. и св. 70 до 2500 Гц, %: - для поддиапазона св. 0,4 до 40 А	$\pm (0,5 + 1,0 \cdot F)^{3)}$
Диапазон измерений частоты переменного тока, Гц	от 40 до 70
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты переменного тока (для U св. 3 до 600 В), Гц	$\pm 0,002$
В РЕЖИМЕ ИЗМЕРЕНИЙ СИГНАЛОВ НАПРЯЖЕНИЯ И СИЛЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА	
Количество измерительных каналов напряжения (U_a)	1
Количество измерительных каналов тока (I_o)	1
Клещи токовые	Тип 2
Диапазон измерений напряжения постоянного тока, В	от 0 до 600
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений напряжения постоянного тока, %: - для поддиапазона св. 10 до 600 В - для поддиапазона от 0 до 10 В включ.	$\pm 0,1$ $\pm \left[0,2 + 0,05 \cdot \left(\frac{X_K}{X} - 1 \right) \right]$
Диапазоны измерений силы постоянного тока, А	от 1 до 40 включ., св. 40 до 300
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений силы постоянного тока, %	$\pm 2,5$
ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ (в режиме измерений по основной частоте) ⁴⁾	
Диапазон измерений линейного СКЗ напряжения переменного тока, В	от 10 до 990
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений линейного СКЗ напряжения переменного тока, %	$\pm 0,5$
Диапазон измерений напряжения переменного тока прямой (U_p), обратной (U_o) и нулевой (U_n) последовательности, В	от 10 до 600
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений напряжения переменного тока прямой, обратной, нулевой последовательности, %	$\pm 0,5$
Диапазон измерений СКЗ напряжения переменного тока с учетом гармонических составляющих от 1 до n (до 50 порядка), В	от 10 до 600
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений СКЗ напряжения переменного тока с учетом гармонических составляющих от 1 до n (до 50 порядка), %	$\pm 5,0$

Диапазон измерений коэффициента несимметрии напряжений по обратной последовательности (K_o), %	от 0,5 до 15
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений коэффициента несимметрии напряжений по обратной последовательности, %	$\pm 0,15$
Диапазон измерений коэффициента несимметрии напряжений по нулевой последовательности (K_n), %	от 0,5 до 15
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений коэффициента несимметрии напряжений по нулевой последовательности, %	$\pm 0,15$
Диапазон измерений линейного значения силы переменного тока ⁵⁾ , А	от 0,4 до 40
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений линейного значения силы переменного тока, %	$\pm 1,5$
Диапазон измерений силы переменного тока прямой (I_p), обратной (I_o) и нулевой (I_n) последовательности, А	от 0,4 до 40
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений силы переменного тока прямой, обратной и нулевой последовательности, %	$\pm 1,5$
Диапазон измерений силы переменного тока с учетом гармонических составляющих от 1 до n (до 50 порядка), А	от 0,4 до 40
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений силы переменного тока с учетом гармонических составляющих от 1 до n (до 50 порядка), %	$\pm 5,0$
Диапазон измерений угла фазового сдвига между напряжением и током прямой (обратной, нулевой) последовательности, градус	от -180 до +180
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига между напряжением и током прямой (обратной, нулевой) последовательности, градус	$\pm 0,5$

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ МОЩНОСТЬ

(в режиме измерений по основной частоте) ⁴⁾

Диапазон измерений активной электрической мощности (P), Вт	от 4 до 24000
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений активной электрической мощности, % при: $0,9 \leq \cos \varphi_{UI} \leq 1,0$ $0,8 \leq \cos \varphi_{UI} < 0,9$ $0,5 \leq \cos \varphi_{UI} < 0,8$	$\pm 0,5$ $\pm 0,7$ $\pm 1,0$
Диапазон измерений реактивной электрической мощности (Q), вар	от 4 до 24000
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений реактивной электрической мощности, % при: $0,9 \leq \sin \varphi_{UI} \leq 1,0$ $0,8 \leq \sin \varphi_{UI} < 0,9$ $0,5 \leq \sin \varphi_{UI} < 0,8$	$\pm 0,5$ $\pm 0,8$ $\pm 1,2$
Диапазон измерений полной электрической мощности (S), В·А	от 4 до 24000
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений полной электрической мощности, %	$\pm 0,5$
Диапазон измерений коэффициента мощности, отн. ед.	от -1 до +1
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений коэффициента мощности, отн. ед.	$\pm 0,01$
Диапазон измерений активной электрической мощности прямой (P_p), обратной (P_o) и нулевой (P_n) последовательности, Вт	от 4 до 24000

Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений активной электрической мощности прямой, обратной, нулевой последовательности, %	± 3,0
Диапазон измерений реактивной электрической мощности прямой (Qп), обратной (Qо), нулевой (Qн) последовательности, вар	от 4 до 24000
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений реактивной электрической мощности прямой, обратной, нулевой последовательности, %	± 3,0
Диапазон измерений полной электрической мощности прямой (Sp), обратной (So), нулевой (Sn) последовательности, В·А	от 4 до 24000
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений полной электрической мощности прямой, обратной, нулевой последовательности, %	± 3,0
Диапазон измерений полного (Z), активного (R), реактивного (X) электрического сопротивления (по модулю), Ом	от 0 до 1500
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений полного электрического сопротивления, %	± 0,5
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений активного электрического сопротивления, %	± 1,0
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений реактивного электрического сопротивления, %	± 1,2

1) СКЗ – среднеквадратичное значение;

2) Здесь и далее, x – измеряемое значение, X_k – конечное значение поддиапазона;

3) $F=f/1000$ Гц, где f – частота переменного сигнала в Гц;

4) Данные характеристики являются расчетными, формулы для расчета характеристик приведены в таблице ниже. Расчетные параметры в режиме измерений по основной частоте нормируются для фазных значений $U_{(1)}$ св. 10 до 600 В и $I_{(1)}$ св. 0,4 до 40 А;

5) Для схемы соединения «звезда-треугольник», при подключении токовых клещей к соответствующим фазам генератора, подключенного к нагрузке, соединенной в «треугольник».

РАСЧЕТНЫЕ ФОРМУЛЫ

Наименование параметра	Ссылка на ГОСТ или расчетная формула
Среднеквадратичное значение напряжения переменного тока с учетом гармонических составляющих от 1 до n (до 50 порядка), В	$U_{(1-50)} = \sqrt{\sum_{n=1}^{50} U_{sg,n}^2}$ ¹⁾
Значение силы переменного тока с учетом гармонических составляющих от 1 до n (до 50 порядка), А	$I_{(1-50)} = \sqrt{\sum_{n=1}^{50} I_{sg,n}^2}$ ²⁾
Значение линейного напряжения переменного тока, В	$\dot{U}_{\text{лин}} = \dot{U}_{\text{фаза1}} - \dot{U}_{\text{фаза2}}$
Значение линейной силы переменного тока, В	$\dot{I}_{\text{лин}} = \dot{I}_{\text{фаза1}} - \dot{I}_{\text{фаза2}}$
Активная фазная электрическая мощность (P), Вт	ГОСТ 8.655-2009
Реактивная фазная электрическая мощность (Q), вар	ГОСТ 8.655-2009
Полная фазная электрическая мощность (S), В·А	ГОСТ 8.655-2009
Суммарная активная трехфазная электрическая мощность (ΣP), Вт	$\Sigma P = P_A + P_B + P_C$
Коэффициент мощности трехфазного сигнала (K_M) отн. ед, (ΣS – трехфазная полная электрическая мощность)	$K_M = \Sigma P / \Sigma S$, $\Sigma S = S_A + S_B + S_C$
Значение напряжения переменного тока прямой последовательности (U_n), В	$U_n = \frac{1}{3} \cdot \left \dot{U}_A + e^{j\frac{2\pi}{3}} \dot{U}_B + e^{j\frac{4\pi}{3}} \dot{U}_C \right $
Значение напряжения переменного тока обратной последовательности (U_o), В	$U_o = \frac{1}{3} \cdot \left \dot{U}_A + e^{j\frac{4\pi}{3}} \dot{U}_B + e^{j\frac{2\pi}{3}} \dot{U}_C \right $

Значение напряжения переменного тока нулевой последовательности (U_n), В	$U_n = \frac{1}{3} \cdot \dot{U}_A + \dot{U}_B + \dot{U}_C $
Коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности (K_o), %	$K_o = 100 \cdot U_o / U_n$ ГОСТ 30804.4.30-2013
Коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности (K_n), %	$K_n = 100 \cdot U_n / U_n$ ГОСТ 30804.4.30-2013
Значение силы переменного тока прямой последовательности (I_n), А	$I_n = \frac{1}{3} \cdot \left \dot{I}_A + e^{j\frac{2\pi}{3}} \dot{I}_B + e^{j\frac{4\pi}{3}} \dot{I}_C \right $
Значение силы переменного тока обратной последовательности (I_o), А	$I_o = \frac{1}{3} \cdot \left \dot{I}_A + e^{j\frac{4\pi}{3}} \dot{I}_B + e^{j\frac{2\pi}{3}} \dot{I}_C \right $
Значение силы переменного тока нулевой последовательности (I_n), А	$I_n = \frac{1}{3} \cdot \dot{I}_A + \dot{I}_B + \dot{I}_C $
Угол фазового сдвига между напряжением и током прямой последовательности	ГОСТ 8.655-2009
Угол фазового сдвига между напряжением и током обратной последовательности	ГОСТ 8.655-2009
Угол фазового сдвига между напряжением и током нулевой последовательности	ГОСТ 8.655-2009
Активная электрическая мощность прямой последовательности (P_n), Вт	$P_n = U_n \cdot I_n \cdot \cos \varphi_{U_n I_n}$
Активная электрическая мощность обратной последовательности (P_o), Вт	$P_o = U_o \cdot I_o \cdot \cos \varphi_{U_o I_o}$
Активная электрическая мощность нулевой последовательности (P_n), Вт	$P_n = U_n \cdot I_n \cdot \cos \varphi_{U_n I_n}$
Реактивная электрическая мощность прямой последовательности (Q_n), вар	$Q_n = U_n \cdot I_n \cdot \sin \varphi_{U_n I_n}$
Реактивная электрическая мощность обратной последовательности (Q_o), вар	$Q_o = U_o \cdot I_o \cdot \sin \varphi_{U_o I_o}$
Реактивная электрическая мощность нулевой последовательности (Q_n), вар	$Q_n = U_n \cdot I_n \cdot \sin \varphi_{U_n I_n}$
Полная электрическая мощность прямой последовательности (S_n), В·А	$S_n = U_n \cdot I_n$
Полная электрическая мощность обратной последовательности (S_o), В·А	$S_o = U_o \cdot I_o$
Полная электрическая мощность нулевой последовательности (S_n), В·А	$S_n = U_n \cdot I_n$
Значение полного электрического сопротивления (Z), Ом	$Z = U / I$
Значение активного электрического сопротивления (R), Ом	$R = Z \cdot \cos \varphi_{UI}$
Значение реактивного электрического сопротивления (X), Ом	$X = Z \cdot \sin \varphi_{UI}$
Измерение временных интервалов сигнала	$T = 1/F$

¹⁾ $U_{sg,n}$ – СКЗ гармонической подгруппы напряжения, ГОСТ 30804.4.7-2013, ГОСТ 30804.4.30-2013;

²⁾ $I_{sg,n}$ – СКЗ гармонической подгруппы тока, ГОСТ 30804.4.7-2013

ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Наименование параметра	Значение
Пределы допускаемых дополнительных погрешностей измерений напряжения, силы тока, фазы, частоты при изменении температуры окружающего воздуха от нормального значения до предельных значений в диапазоне рабочих температур, не более, на каждые 10 °С	± (0,5 предела основной погрешности)
Масса вольтамперфазометра, кг, не более	0,7

Масса комплекта (с тремя клещами токовыми из комплекта поставки, сумкой, блоком питания, измерительными щупами и ЗИП), кг, не более	3
Габаритные размеры (ширина × высота × глубина), мм, не более	185 × 125 × 50
Габаритные размеры (в сумке), мм, не более	310 × 180 × 180
Требования безопасности по ГОСТ IEC 61010-1-2014: - изоляция - категория монтажа (категория перенапряжения) - степень загрязнения микросреды	усиленная CAT II 2
Испытательное напряжение (СКЗ) электрической прочности изоляции, В: - каналов напряжения относительно корпуса вольтамперфазометра	3600
Сопротивление изоляции между корпусом и гальванически изолированными токоведущими частями вольтамперфазометра, МОм, не менее	20
Защита от поражения электрическим током	ГОСТ 12.2.007.0-75 класс II
Требования по ЭМС	ГОСТ Р МЭК 61326-1-2014 для промышленной электромагнитной среды

УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ

Наименование параметра	Значение
Диапазон рабочих температур, °C	от - 20 до + 40
Нормальная температура, °C	20 ± 5
Температура транспортирования, °C	от - 50 до + 50
Температура хранения, °C	от 5 до 40
Относительная влажность воздуха при 25 °C, %, не более	80
Высота над уровнем моря, м, не более	2000
Группа условий эксплуатации по ГОСТ 30631-99	M23
Степень защиты по ГОСТ 14254-2015	IP20
Электрическое питание вольтамперфазометра: - тип аккумулятора - количество элементов, шт. - напряжение постоянного тока, В - электрическая емкость, мА·ч	Li-pol 1 3,7 4500
Потребляемый ток от аккумулятора (на уровне яркости 25 %, без подключенного Ethernet кабеля): - в режиме работы, мА, не более - в выключенном режиме, мА, не более	650 2
Время непрерывной работы от полностью заряженного аккумулятора (на уровне яркости 25 %, без подключенного Ethernet кабеля), ч, не менее	6
Потребляемый ток от адаптера в режиме заряда, мА	2000

ХАРАКТЕРИСТИКИ НАДЕЖНОСТИ

Наименование параметра	Значение
Средний срок службы (за исключением аккумулятора, индикатора и сетевого адаптера), лет	30
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	25000
Среднее время восстановления работоспособного состояния с учетом времени поиска неисправности, ч, не более	3