

УТВЕРЖДЕНО
приказом Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «20» октября 2022 г. № 2650

Регистрационный № 87150-22

Лист № 1
Всего листов 11

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Компараторы напряжений двухканальные Марскомп К-1000

Назначение средства измерений

Компараторы напряжений двухканальные Марскомп К-1000 (далее компараторы) предназначены для измерений переменного электрического напряжения, переменного электрического тока, угла сдвига фазы, частоты переменного тока, гармонических сигналов напряжения, и могут применяться в качестве разрядного эталона (РЭ) для поверки или калибровки средств измерений (СИ) электроэнергетических величин.

Описание средства измерений

Принцип работы компараторов основан на использовании аналого-цифрового преобразования (АЦП) с использованием "метода выборок". Мгновенные значения сигналов преобразуются в цифровые коды и передаются на плату центрального процессора, где формируются массивы мгновенных значений сигналов напряжения. Результаты вычисленных значений измеряемых величин, полученные с помощью программных модулей, отображаются на дисплее, сохраняются в памяти и выводятся на внешний ПК. В основу алгоритмов вычислений каждой из измеряемых величин положен метод обработки массива мгновенных значений, не требующий синхронизации с частотой измеряемых сигналов.

Выходные сигналы измерительных преобразователей каналов 1 и 2 подаются на АЦП1 и АЦП2, имеющие биполярные входы с выбором диапазона входного сигнала (± 6 В и ± 12 В), обеспечивающие полное 16-разрядное преобразование "без пропуска кодов" и выдающие информацию в последовательном коде по запросу с платы процессора. Компаратор выполняет аналогово-цифровое преобразование мгновенных значений входных сигналов с частотой выборки 25,6 кГц. Дальнейшая обработка производится в зависимости от измеряемых параметров. Коэффициенты усиления и диапазоны преобразования АЦП задаются управляющими сигналами с платы процессора.

Плата процессора обеспечивает управление работой компаратора, проведение расчетов по массивам оцифрованных выборок, сохранение результатов в энергонезависимой памяти, счет времени, обмен с внешними персональным компьютером (ПК), вывод результатов на встроенный дисплей, прием команд и данных от клавиатуры или ПК. Плата процессора является центральной платой, отвечающей за работоспособность компаратора в целом. Основу контроллера составляют сигнальный процессор и ПЛИС-матрица.

Блок питания служит для выработки необходимых напряжений для работы компаратора.

Компараторы выпускаются в модификациях, отличающихся конструктивным исполнением, наличием дополнительных функций и внешних устройств, номинальной частотой.

Условное обозначение модификации компараторов при заказе и в документации другой продукции, в которой они могут быть применены, должно состоять из обозначения типа прибора и условного обозначения модификации:

Условное обозначение компараторов:

Марскомп К-1000 X-X-X-X

1 2 3 4

1 – обозначение модификации по конструктивному исполнению:

- "С" - стационарный прибор в корпусе стандарта 19",
- "П" - переносной прибор в корпусе типа «кейс»;

2 – обозначение модификации по номинальной частоте ($f_{ном}$):

- "50" – с $f_{ном} = 50$ Гц и областью значений влияющей величины от 42,5 до 67,5 Гц;
- "50/400" - с $f_{ном} = 50$ и 400 Гц и областью значений влияющей величины от 42,5 до 67,5 Гц и от 396 до 404 Гц;

3 – обозначение модификации по наличию Блока нагрузок (БН) в комплекте поставки:

- "Н" – с БН в комплекте и с возможностью изменения входного сопротивления и входной емкости измерительных каналов напряжением 10 В и менее для поверки измерительных маломощных трансформаторов (преобразователей, датчиков);

- "хМ/уП" – без БН с входным сопротивлением х МОм и входной емкостью у пФ измерительных каналов компаратора напряжением 10 В и менее;

4 – обозначение модификации по наличию дополнительных функций измерения параметров сигнала напряжения искаженной формы:

- "Г" – с возможностью измерения параметров сигнала напряжения искаженной формы;
- знак отсутствует – без дополнительных функций.

Блок нагрузок БН входит в комплект модификации «Марскомп К-1000 X-X-Н-X». По заказу выпускается с заданными номинальными значениями входного сопротивления и входной емкости (2 набора) отдельно для сигналов тока и сигналов напряжения с управляемым переключением входов по трем фазам. БН подключается к компаратору измерительными кабелями и к ПК кабелем управления. Заводской номер БН должен соответствовать заводскому номеру компаратора.

Компараторы в зависимости от модификаций применяются автономно, совместно с источниками испытательных сигналов или в составе поверочных установок при поверке, калибровке и испытаниях средств измерений электроэнергетических величин:

- средств измерений напряжения, силы тока, угла сдвига фазы, частоты, показателей качества электроэнергии;

- маломощных измерительных трансформаторов напряжения (ММТН) и традиционных измерительных трансформаторов напряжения, датчиков, делителей;

- маломощных измерительных трансформаторов тока (ММТТ), датчиков;

- масштабных преобразователей напряжения (маломощных и традиционных трансформаторов, датчиков, делителей) при искаженной форме сигнала высокого напряжения.

Компараторы обеспечивают обмен с внешним ПК по совместимому интерфейсу с целью хранения и отображения измерительной информации.

Общий вид приборов с указанием мест пломбировки, места нанесения знака утверждения типа, заводского номера приведены на рисунках 1- 6.

Заводской номер, состоящий из арабских цифр, наносится на табличку в месте, указанном на рисунке 2, 4, 5, 6. Ограничение доступа к местам настройки (регулировки), расположенным на центральной плате прибора, осуществляется путем нанесения свинцовых или мастичных пломб с изображением знака поверки на специально оборудованных площадках на винтах крепления, указанных на рисунках 1 и 5.



Рисунок 1 – Общий вид стационарных компараторов модификации «Марскомп К-1000 С» с указанием мест пломбировки (для свинцовой пломбы или мастичной пломбы), мест нанесения знака утверждения типа.



Рисунок 2 - Задняя панель компаратора модификации «Марскомп К-1000 С» с указанием места нанесения заводского номера



Рисунок 3 - Передняя панель блока нагрузок для модификации «Марскомп К-1000 С-Х-Н»

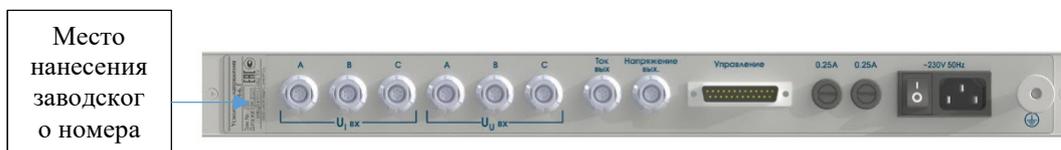


Рисунок 4 - Задняя панель блока нагрузок для модификации «Марскомп К-1000 С-Х-Н»

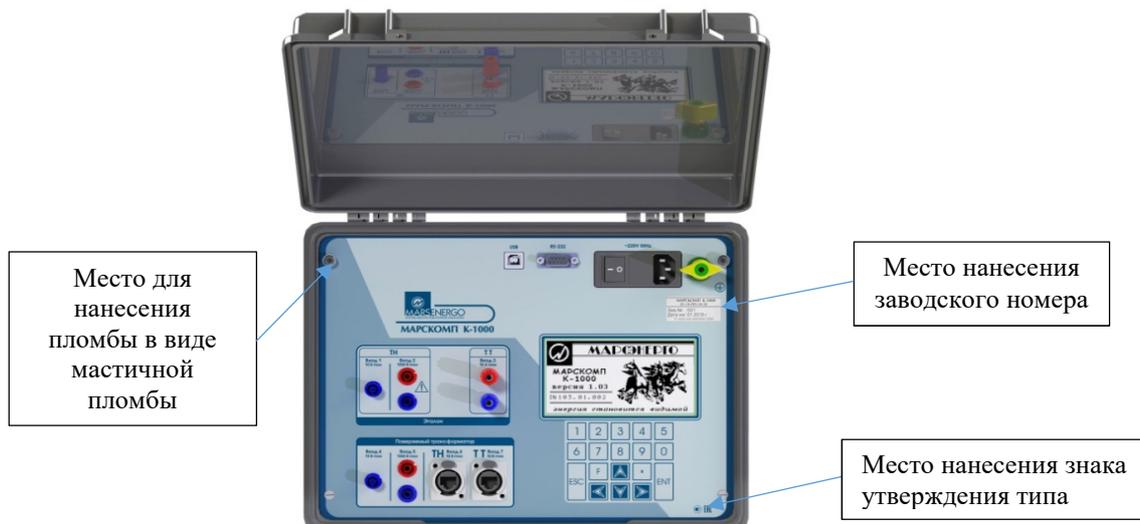


Рисунок 5 – Общий вид переносных компараторов "Марскомп К-1000 П"



Рисунок 6 - Общий вид переносных блоков нагрузок для модификации "Марскомп К-1000 П-Х-Н"

Программное обеспечение

Программное обеспечение прибора состоит из встроенной программы прибора Марскомп К-1000 (ВПО) и прикладных программ для ПК. Связь с ПК осуществляется по интерфейсам. ВПО выполняет функции управления режимами работы, математической обработки и представления измерительной информации. Установка ВПО производится на предприятии-изготовителе. ВПО хранится в энергонезависимой памяти. По своей структуре ВПО разделено на метрологически значимую и метрологически не значимую части. Каждая структурная часть защищается контрольной суммой по алгоритму CRC32-IEEE 802.3, которая контролируется системой диагностики компаратора.

Уровень защиты ПО «высокий» в соответствии с Р 50.2.077-2014.

Влияние программного обеспечения учтено при нормировании метрологических и технических характеристик.

Идентификационные данные ПО приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Марскомп К-1000
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.03

Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 – Метрологические характеристики компараторов

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений частоты, Гц	от 16 до 2500
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты, %	$\pm 0,02$
Диапазон измерений среднеквадратического значения напряжений переменного тока (U) и среднеквадратического значения основной гармоники напряжений ($U_{(1)}$) с частотой первой гармоники тока f_1 от 45 до 65 Гц, В U_H : 840; 420; 120; 60 В U_H : 8400; 4200; 1000; 500; 100; 50; 10; 5 мВ	от $0,1 \cdot U_H$ до $1,2 \cdot U_H$
Пределы допускаемой погрешности измерений среднеквадратического значения напряжений переменного тока (U) с частотой первой гармоники тока f_1 от 45 до 65 Гц, %: от 0,5 до 10 мВ включ., приведенная св. 10 до 100 мВ, относительная св. 0,1 до 420 В, относительная св. 420 до 1000 В, относительная	$\pm 0,25$ $\pm [0,03 + 0,005 \cdot (U_H/U - 1)]$ $\pm [0,01 + 0,005 \cdot (U_H/U - 1)]$ $\pm [0,03 + 0,005 \cdot (U_H/U - 1)]$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений среднеквадратического значения основной гармонической составляющей напряжения ($U_{(1)}$) с частотой первой гармоники тока f_1 от 45 до 65 Гц, %: от 0,5 до 100 мВ св. 0,1 до 420 В св. 420 до 1000 В	$\pm [0,03 + 0,005 \cdot (U_H/U - 1)]$ $\pm [0,01 + 0,005 \cdot (U_H/U - 1)]$ $\pm [0,03 + 0,005 \cdot (U_H/U - 1)]$
Диапазон измерений среднеквадратического значения напряжений переменного тока (U) и среднеквадратического значения основной гармоники напряжений ($U_{(1)}$) с частотой первой гармоники тока f_1 : от 396 до 404 Гц ² , В	от 0,001 до 240
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений среднеквадратического значения напряжений переменного тока (U) и среднеквадратического значения основной гармонической составляющей напряжений ($U_{(1)}$) с частотой первой гармоники тока f_1 : от 396 до 404 Гц ² , %: от 1 до 100 мВ св. 0,1 до 240 В	$\pm [0,1 + 0,01 \cdot (U_H/U - 1)]$ $\pm [0,05 + 0,01 \cdot (U_H/U - 1)]$

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений среднеквадратического значения силы переменного тока (I) и среднеквадратического значения основной гармонической составляющей силы тока (I ₍₁₎) с частотой первой гармоники тока f ₁ от 45 до 65 Гц, А I _н : 0,1; 0,5; 1; 5; 10 А	от 0,1·I _н до 1,2·I _н
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений среднеквадратического значения силы переменного тока (I) и среднеквадратического значения основной гармонической составляющей силы тока (I ₍₁₎) с частотой первой гармоники тока f ₁ от 45 до 65 Гц, %	±[0,015+0,002·(I _н /I-1)]
Диапазон измерений среднеквадратического значения силы переменного тока (I) и среднеквадратического значения основной гармонической составляющей силы тока (I ₍₁₎) с частотой первой гармоники тока f ₁ от 396 до 404 Гц ²), А	от 0,1·I _н до 1,2·I _н
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений среднеквадратического значения силы переменного тока (I) и среднеквадратического значения основной гармонической составляющей силы тока (I ₍₁₎) с частотой первой гармоники тока f ₁ от 396 до 404 Гц ²), %	±[0,05+0,01·(I _н /I-1)]
Диапазон измерений среднеквадратического значения напряжения переменного тока частоты f от 16 Гц до 45 Гц и от 65 Гц до 2500 Гц ¹), В	от 8,4 до 400
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений среднеквадратического значения напряжения переменного тока частоты f в диапазонах от 16 до 45 и от 65 до 2500 Гц ¹), %	±[0,04+0,005·(U _н /U-1) +0,0004·f]
Диапазон измерений суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения (THD _U) при U от 0,2·U _н до 1,2·U _н и U _н от 50 мВ, %	От 0 до 49,9
Пределы допускаемой погрешности измерений суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения (THD _U) при U _н от 50 мВ, %: THD _U < 1,0, абсолютная THD _U ≥ 1,0, относительная	±0,03 ±0,3
Диапазон измерений угла фазового сдвига между напряжениями частоты f двух каналов ¹) при U _н от 500 мВ, (Δφ)	От -90° до 90°
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига между напряжениями частоты в диапазоне f от 16 до 400 Гц ¹⁾²⁾ двух каналов при U _н от 500 мВ, (Δφ)	± 0,00033°·f
Диапазон измерений коэффициента гармоника напряжения порядка h (K _{U(h)}) с частотой первой гармоники напряжения f ₁ от 45 до 65 Гц ¹), при U _н от 500 мВ и со значением h, принадлежащим множеству: - от 0,3 до 0,9 включ.с шагом 0,1; - от 2 до 50 включ.с шагом 1, %	от 0,1 до 15 от 0,1 до 25

Наименование характеристики	Значение
<p>Пределы допускаемой относительной погрешности измерений коэффициента гармоника напряжения порядка h ($K_{U(h)}$) с частотой первой гармоники напряжения f_1 от 45 до 65 Гц¹⁾, при U_N от 500 мВ и со значением h, принадлежащим множеству, %:</p> <p>- от 0,3 до 0,9 включ. с шагом 0,1;</p> <p>- от 2 до 50 включ. с шагом 1.</p>	$\pm[0,2+0,02 \cdot (U_N/U-1) + 0,02 \cdot h-1]$ $\pm[0,08+0,02 \cdot (U_N/U-1) + 0,02 \cdot h-1]$
<p>Пределы допускаемой относительной погрешности измерений коэффициента гармоника тока порядка h ($K_{I(h)}$) с частотой первой гармоники напряжения f_1 от 45 до 65 Гц¹⁾, при I_N от 500 мВ и со значением h, принадлежащим множеству, %:</p> <p>- от 0,3 до 0,9 включ. с шагом 0,1;</p> <p>- от 2 до 50 включ. с шагом 1.</p>	$\pm[0,2+0,02 \cdot (I_N/I-1) + 0,02 \cdot h-1]$ $\pm[0,08+0,02 \cdot (I_N/I-1) + 0,02 \cdot h-1]$
<p>Метрологические характеристики Компараторов напряжений двухканальные Марскомп К-1000 соответствуют требованиям, предъявляемыми:</p> <p>- государственной поверочной схемой для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $2 \cdot 10^9$ Гц, утвержденной Приказом Росстандарта № 1942 от 03 сентября 2021 г.;</p> <p>- государственной поверочной схемой для средств измерений переменного электрического тока от $1 \cdot 10^{-8}$ до 100 А в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $2 \cdot 10^6$ Гц, утвержденной Приказом Росстандарта № 668 от 17.03.2022 г.;</p> <p>- государственной поверочной схемой для средств измерений электроэнергетических величин, утвержденной Приказом Росстандарта № 1436 от 23.07.2021, Приложения Б, В, Г (на промышленной частоте</p> <p>- государственной поверочной схеме для средств измерений электроэнергетических величин, утвержденной Приказом Росстандарта № 1436 от 23.07.2021, Приложение Б (на частоте 400 Гц)</p>	<p>2 разряд</p> <p>при измерении силы тока в диапазоне от 0,05 до 10 А</p> <p>2 разряд</p> <p>1 разряд</p> <p>2 разряд</p>
<p>Примечания</p> <p>1) - только для модификации «Марскомп К-1000 X-X-хМ/уП-Г»</p> <p>2) – в соответствии с модификацией</p> <p>U – измеренное значение напряжения переменного тока,</p> <p>I - измеренное значение силы переменного тока.</p>	

Таблица 3 - Метрологические характеристики компараторов при поверке традиционных измерительных трансформаторов напряжения (ТН), маломощных измерительных трансформаторов напряжения (ММТН) и маломощных измерительных трансформаторов тока (ММТТ)

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений относительной погрешности напряжения, %	от -19,99 до +19,99 ¹⁾
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений относительной погрешности напряжения $[\varepsilon_U]$ ($\delta_{Ku(Tp)}$), %	$\pm(0,02+0,03 \cdot X)$ ²⁾³⁾
	$\pm(0,2+0,03 \cdot X)$ ⁴⁾
	$\pm(2+0,05 \cdot X)$ ⁵⁾
Диапазон измерений угловой погрешности	от -3600' до +3600'
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений угловой погрешности $[\Delta\varphi_{ТН}]$ ($\Delta\varphi_{u(Tp)}$) и $[\Delta\varphi_{ТТ}]$ ($\Delta\delta$)	$\pm 0,006' \cdot f$ ¹⁾⁶⁾
	$\pm 5,0'$ ⁷⁾
Диапазон измерений относительной токовой погрешности, %	от -19,99 до +19,99 ⁸⁾
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений относительной токовой погрешности $[\varepsilon_I]$ (Δf), %	$\pm(0,02+0,03 \cdot X)$ ²⁾³⁾
	$\pm(0,2+0,03 \cdot X)$ ⁴⁾
	$\pm(2+0,05 \cdot X)$ ⁵⁾
Диапазон измерений относительной полной токовой погрешности, %	от -19,99 до +19,99 ⁸⁾
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений относительной полной погрешности $[\varepsilon_C]$, %	$\pm 0,05$
<p>Примечания.</p> <p>¹⁾ при U_1 от $0,1 \cdot U_n$ до $1,2 \cdot U_n$; $U_n \geq 10$ мВ; $f = (f_n \pm 1)$ Гц; U_n, U_{in} – номинальное значение поддиапазона измерений напряжения; f_n - номинальная частота поверяемого трансформатора в соответствии с модификацией (50; 60 или 400 Гц)</p> <p>²⁾ X – значение измеренной погрешности (%)</p> <p>³⁾ Диапазон измеренной погрешности $X \pm 0,5$ %</p> <p>⁴⁾ Диапазон измеренной погрешности $X \pm 2,0$ %</p> <p>⁵⁾ Диапазон измеренной погрешности $X \pm 20,0$ %</p> <p>⁶⁾ Диапазон измеренной погрешности ± 60 минут</p> <p>⁷⁾ Диапазон измеренной погрешности ± 3600 минут</p> <p>⁸⁾ при I_1 от $0,01 \cdot I_n$ до $1,2 \cdot I_n$; напряжение сигнала тока U_i: от $0,1 \cdot U_{in}$ до U_{in}; $U_{in} \geq 10$ мВ; $f = (f_n \pm 1)$ Гц; f_n - номинальная частота поверяемого трансформатора в соответствии с модификацией (50; 60 или 400 Гц)</p>	

Таблица 4 – Основные технические характеристики компараторов

Наименование характеристики	Значение
Параметры электрического питания: - напряжение переменного тока, В - частота переменного тока, Гц	от 200 до 260 50±5
Полная мощность, потребляемая компаратором, В·А, не более	100

Наименование характеристики	Значение
Габаритные размеры средства измерений, мм, не более для модификаций "Марскомп К-1000-С"	
- высота	266
- ширина	483
- длина	430
для модификаций "Марскомп К-1000-П"	
- высота	155
- ширина	335
- длина	289
Масса, кг, не более:	
для модификаций "Марскомп К-1000-С"	6
для модификаций "Марскомп К-1000-П"	5
Время установления рабочего режима, мин, не менее	15
Степень защиты корпуса, обеспечиваемая оболочками, по ГОСТ 14254	IP20
Рабочие условия эксплуатации	
- температура окружающей среды, °С	от +10 до +35
- относительная влажность, не более, %	80
- атмосферное давление, кПа	от 70 до 106,7
Средняя наработка до отказа, ч, не менее	20000
Средний срок службы, лет	10

Знак утверждения типа наносится

на корпус прибора в виде наклейки или другим способом, не ухудшающим качества, и на титульные листы эксплуатационной документации типографским способом.

Комплектность средства измерений

Таблица 5 – Комплектность компараторов напряжений двухканальные Марскомп К-1000

Наименование	Обозначение	Количество
Компараторы напряжений двухканальные	Марскомп К-1000	1 шт.*
Комплект принадлежностей	-	1 комплект *
Руководство по эксплуатации	НФЦР.411113.006РЭ	1 экз.
Формуляр	НФЦР.411113.006ФО	1 экз.
Методика поверки	-	1 экз.
*Комплектация в соответствии с договором поставки		

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в руководстве по эксплуатации НФЦР.411113.006 РЭ «Компараторы напряжений двухканальные Марскомп К-1000» п.1.4.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к средству измерений

ГОСТ 22261-94 Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия;

Государственная поверочная схема для средств измерений электроэнергетических величин в диапазоне частот от 1 до 2500 Гц, утвержденная приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23 июля 2021 г. № 1436;

Государственная поверочная схема для средств измерений силы переменного электрического тока от $1 \cdot 10^{-8}$ А до 100 А в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ Гц до $1 \cdot 10^6$ Гц, утвержденная приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 марта 2022 г. № 668;

Государственная поверочная схема для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ Гц до $2 \cdot 10^9$ Гц, утвержденная приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 3 сентября 2021 г. № 1942;

НФЦР.411113.006 ТУ. Компараторы напряжений двухканальные Марскомп К-1000. Технические условия.

Правообладатель

Общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственное предприятие Марс-Энерго» (ООО «НПП Марс-Энерго»)

ИНН 7826694683

Юридический адрес:

199034, г. Санкт-Петербург, 13-я линия В.О., д. 6-8, лит. А, пом. 40Н

Телефон: (812) 309-03-56

Факс: 327-21-11

E-mail: mail@mars-energo.ru

Изготовитель

Общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственное предприятие Марс-Энерго» (ООО «НПП Марс-Энерго»)

ИНН 7826694683

Юридический адрес:

199034, г. Санкт-Петербург, 13-я линия В.О., д. 6-8, лит. А, пом. 40Н

Адреса осуществления деятельности:

199034, г. Санкт-Петербург, 13-я линия В.О., д. 6-8, лит. А, пом. 40Н

199106, г. Санкт-Петербург, Кожевенная линия, д. 29, корп. 5, литер В

Телефон: (812) 309-03-56

Факс: 327-21-11

E-mail: mail@mars-energo.ru

Испытательный центр

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева» (ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева»)

ИНН 7809022120

Адрес: 190005, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 19.

Телефон: (812) 251-76-01,

Факс: (812) 713-01-14.

Web-сайт: www.vniim.ru

E-mail: info@vniim.ru

Уникальный номер записи в реестре аккредитованных лиц № RA.RU.311541.

