

ОКПД2: 26.51.43.150
ТН ВЭД ЕАЭС (ТС) 9030 33 1000



Компараторы напряжений двухканальные "Марскомп К-1000"

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

НФЦР.411113.006 РЭ

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1 Описание и работа	5
1.1 Назначение.....	5
1.2 Технические характеристики.....	6
1.2.1 Метрологические характеристики	6
1.2.2 Справочные технические характеристики	9
1.3 Состав изделия	10
1.3.1 Конструкции модификаций.....	10
1.3.2 Конструкция Блока нагрузок БН.....	13
1.4 Устройство и работа	15
1.4.1 Методы измерений	15
1.4.2 Взаимодействие составных частей.	16
1.5 Маркировка и пломбирование.....	19
1.5.1 Маркировка изделия.....	19
1.5.2 Маркировка транспортной тары.....	20
1.5.3 Пломбирование.....	20
2 Использование по назначению	21
2.1 Эксплуатационные ограничения.....	21
2.2 Подготовка изделия к использованию.....	21
2.2.1 Требования безопасности.....	21
2.2.2 Распаковывание компаратора	21
2.2.3 Включение компаратора	21
2.3 Использование изделия.....	22
2.3.1 Автоматизированное управление работой компаратора.....	22
2.3.1.1 Установка ПО.....	24
2.3.1.2 Удаление ПО.....	28
2.3.1.3 Формат команд	28
2.3.1.4 Параметры, вычисляемые компаратором	29
2.3.1.5 Главное окно	31
2.3.1.4 РАБОТА С ПО В РУЧНОМ РЕЖИМЕ	32
2.3.1.5 РАБОТА С ПО В РЕЖИМЕ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ	41
2.3.1.6 Аттестация измерительных ТН	44
2.3.2 Управление работой компаратора с помощью клавиатуры.....	46
2.3.2.1 Интерфейс оператора	46
2.3.2.2 Настройки.....	47
2.3.2.3 Измерения.....	52
Работа в режиме "Основные значения"	53
Работа в режиме «Гармоники».....	53
Работа в режиме «Углы гармоник».....	55
Работа в режиме "Форма сигнала"	56
Работа в режиме "Дополнительные значения".....	57
2.3.2.4 Дополнительные настройки.....	58
3 Техническое обслуживание	61
3.1 Общие указания	61
3.2 Меры безопасности	61
3.3 Порядок технического обслуживания изделия	61
3.4 Перечень возможных неисправностей и способы их устранения.	61

4 Хранение	62
5 Транспортирование	62
Приложение А.1 (рекомендуемое)	63
Приложение А.2 (рекомендуемое)	65
Приложение А.3 (рекомендуемое)	67
Лист регистрации изменений	69

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее руководство распространяется на Компараторы напряжений двухканальные Марскомп К-1000 (далее — компаратор).

Выпускаются по НФЦР.411113.006 ТУ.

Состав ЭД, поставляемой с прибором:

Руководство по эксплуатации
Формуляр

НФЦР.411113.006 РЭ
НФЦР.411113.006 ФО

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА

1.1 Назначение

1.1.1 Настоящее руководство распространяется на Компараторы напряжений двухканальные Марскомп К-1000 (далее — компаратор).

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

Условное обозначение Компараторов при их заказе и в документации другой продукции, в которой они могут быть применены:

Марскомп К-1000 Х-Х-Х-Х

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 масштабных преобразователей (трансформаторов, 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.

Пример записи:

Марскомп К-1000 С-50/400-2М/50П-Г

1.1.2 Компараторы предназначены для измерений переменного электрического напряжения, переменного электрического тока, частоты переменного тока, гармонических

сигналов напряжения, и могут применяться в качестве разрядного эталона (РЭ) для поверки или калибровки средств измерений (СИ) электроэнергетических величин.

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.

1.1.3 Нормальные и рабочие условия применения

Температура окружающего воздуха, °С	от +10 до +35
Относительная влажность воздуха, не более, %	80 при 25 °С
Атмосферное давление, кПа	от 70 до 106,7

1.2 Технические характеристики

1.2.1 Метрологические характеристики

Номинальные значения токов I_n : 0,1; 0,5; 1; 5; 10 А действующее значение (RMS).

Номинальные значения напряжений U_n : 840; 420; 120; 60 В и 8400; 4200; 1000; 500; 100; 50; 10; 5 мВ действующее значение (RMS).

Основные метрологические характеристики модификаций компаратора указаны в таблицах 1.1- 1.2.

Таблица 1.1 - Диапазоны измерений и пределы допускаемых погрешностей измерений

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_n : 840; 420; 120; 60 В U_n : 8400; 4200; 1000; 500; 100; 50; 10; 5 мВ	от $0,1 \cdot U_n$ до $1,2 \cdot U_n$

Наименование характеристики	Значение
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, относительной св. 0,1 до 420 В, относительной св. 420 до 1000 В, относительной	$\pm 0,25$ $\pm [0,03 + 0,005 \cdot (U_H/U - 1)]$ $\pm [0,01 + 0,005 \cdot (U_H/U - 1)]$ $\pm [0,03 + 0,005 \cdot (U_H/U - 1)]$
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 гармонической составляющей 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	$\pm [0,1 + 0,01 \cdot (U_H/U - 1)]$ $\pm [0,05 + 0,01 \cdot (U_H/U - 1)]$
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	от $0,1 \cdot I_H$ до $1,2 \cdot I_H$
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, %	$\pm [0,015 + 0,002 \cdot (I_H/I - 1)]$
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 I_H : 0,1; 0,5; 1; 5; 10 А	от $0,1 \cdot I_H$ до $1,2 \cdot I_H$
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 , %	$\pm [0,05 + 0,01 \cdot (I_H/I - 1)]$
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 , %	$\pm [0,04 + 0,005 \cdot (U_H/U - 1) + 0,0004 \cdot f]$

Наименование характеристики	Значение
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
Пределы допускаемой относительной погрешности 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.	±[0,2+0,02·(U _Н /U-1) +0,02· h-1] ±[0,08+0,02·(U _Н /U-1) +0,02· h-1]
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений коэффициента гармоника тока порядка h (K _{I(h)}) с частотой первой гармоники напряжения f ₁ от 45 до 65 Гц ¹⁾ , при I _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.	±[0,2+0,02·(I _Н /I-1) +0,02· h-1] ±[0,08+0,02·(I _Н /I-1) +0,02· h-1]
Примечания. 1) - только для модификации «Марскомп К-1000 Х-Х-хМ/уП-Г» 2) – в соответствии с модификацией U – измеренное значение напряжения переменного тока, I - измеренное значение силы переменного тока.	

Таблица 1.2 - 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 [ε _U] (δ _{K_U(T_p)}), %	±(0,02+0,03·X) ²⁾³⁾
	±(0,2+0,03·X) ⁴⁾

Наименование характеристики	Значение
	$\pm(2+0,05 \cdot X)^{5)}$
Диапазон измерений угловой погрешности	от -3600' до +3600'
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений угловой погрешности $[\Delta\varphi_{ГН}]$ ($\Delta\varphi_{u(Гр)}$) и $[\Delta\varphi_{ГТ}]$ ($\Delta\delta$)	$\pm 0,006' \cdot f^{1)6)}$
	$\pm 5,0'^{7)}$
Диапазон измерений относительной токовой погрешности, %	от -19,99 до +19,99 ⁸⁾
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений относительной токовой погрешности $[\varepsilon_i]$ (Δj), %	$\pm(0,02+0,03 \cdot X)^{2)3)}$
	$\pm(0,2+0,03 \cdot X)^{4)}$
	$\pm(2+0,05 \cdot X)^{5)}$
Диапазон измерений относительной полной токовой погрешности, %	от -19,99 до +19,99 ⁸⁾
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений относительной полной погрешности $[\varepsilon_c]$, %	$\pm 0,05$
Примечания. 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) ²⁾ X – значение измеренной погрешности (%) ³⁾ Диапазон измеренной погрешности $X \pm 0,5$ % ⁴⁾ Диапазон измеренной погрешности $X \pm 2,0$ % ⁵⁾ Диапазон измеренной погрешности $X \pm 20,0$ % ⁶⁾ Диапазон измеренной погрешности ± 60 минут ⁷⁾ Диапазон измеренной погрешности ± 3600 минут 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)	

1.2.2 Справочные технические характеристики

Справочные технические характеристики представлены в таблице 1.3

Таблица 1.3 - Справочные технические характеристики

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
Габаритные размеры средства измерений, мм, не более для модификаций "Марскомп К-1000-С" - высота - ширина - длина	266 483 430
для модификаций "Марскомп К-1000-П" - высота - ширина - длина	155 335 289
Масса, кг, не более: для модификаций "Марскомп К-1000-С" для модификаций "Марскомп К-1000-П"	6 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 - относительная влажность, не более, % - атмосферное давление, кПа	от +10 до +35 80 от 70 до 106,7
Средняя наработка до отказа, ч, не менее	20000
Средний срок службы, лет	10

Значения входного сопротивления и входной емкости Компаратора, за исключением модификации «-Н» (без использования БН):

- по входам 6 и 7: не менее 2 МОм; не более 50 пФ (по заказу -дифференциальный);
- по входам 1; 2; 4 и 5: не менее 1 МОм; не более 1 пФ (недифференциальный).

Значения входного сопротивления Компаратора по входам 6 и 7 с использованием БН должны быть установлены из диапазона: от 0,002 до 2,0 МОм. Номинальные значения указываются в формуляре в разделе 7. Отклонение значений от номинального $\pm 4\%$, не более.

Значения входной емкости Компаратора по входам 6 и 7 с использованием БН должны быть установлены из диапазона: от 0,033 до 10 нФ. Номинальные значения указываются в формуляре в разделе 7. Отклонение значений от номинального $\pm 4\%$, не более.

Входные соединители БН должны соответствовать требованиям Заказчика для обеспечения совместимости с поверяемыми изделиями.

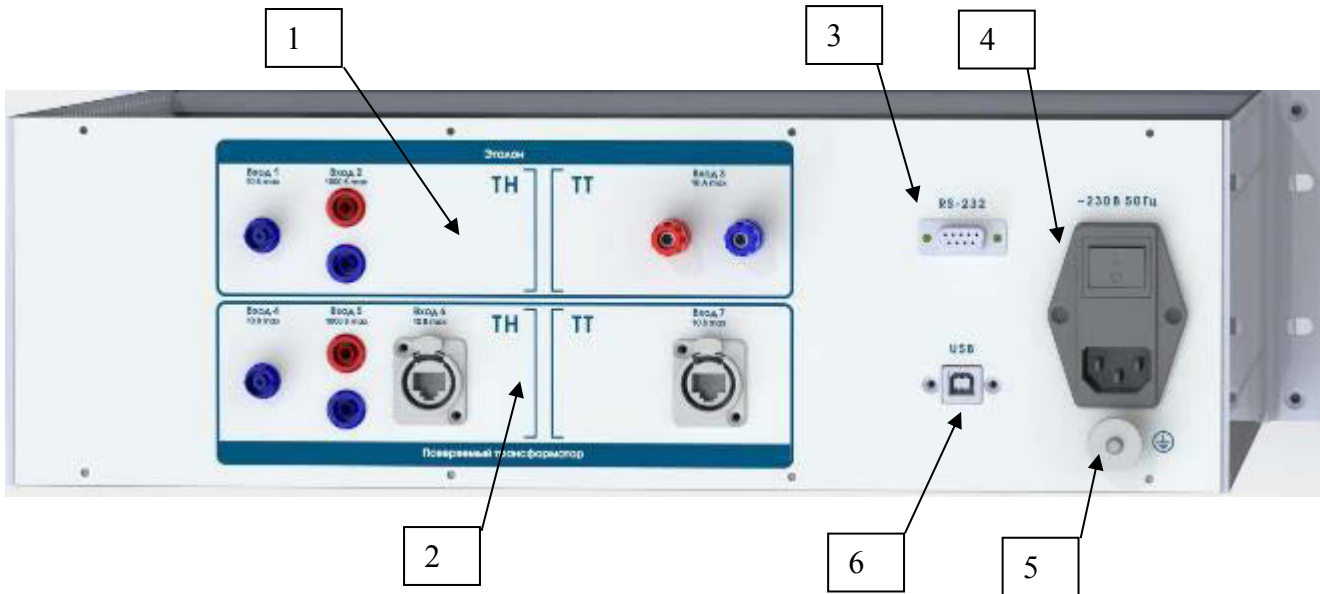
1.3 Состав изделия

1.3.1 Конструкции модификаций

Компаратор модификации «Марскомп К-1000 С» выполнен в виде блока в корпусе 19” (рисунки 1.1 и 1.2).



Рисунок 1.1 -Компаратор модификации «Марскомп К-1000 С». Передняя панель



1 – соединители канала “К₂” (эталон); 2 – соединители канала “К₁”; 3 – соединитель "RS-232" для подключения к ПК; 4 – соединитель сетевого питания, выключатель питания, предохранители питания; 5 – клемма заземления; 6 – соединитель «USB» для подключения к ПК

Рисунок 1.2 -Компаратор модификации «Марскомп К-1000 С» задняя панель

Компаратор модификации «Марскомп К-1000 П» выполнен в виде функционально законченного блока в корпусе «кейс» (рисунок 1.3).



- 1 – графический дисплей;
- 2 – клавиатура;
- 3 – соединитель RJ-45 для подключения напряжения сигналов тока до 10 В;
- 4 – соединитель RJ-45 для подключения сигналов напряжения до 10 В;
- 5 – соединитель для подключения сигналов напряжения до 1000 В;
- 6 — соединитель BNC для подключения сигналов напряжения до 10 В;
- 7 – соединитель BNC для подключения сигналов напряжения до 10 В;
- 8 – соединитель для подключения сигналов напряжения до 1000 В;
- 9 - соединители для подключения к токовым входам при силе тока до 10 А;
- 10 - соединитель интерфейса RS-232;
- 11 - соединитель интерфейса USB;
- 12 – выключатель питания и предохранители;
- 13 - соединитель для подключения кабеля питания;
- 14 – клемма заземления.

Рисунок 1.3 - Компаратор модификации «Марскомп К-1000 П»

Дисплей графический жидкокристаллический и клавиатура мембранная устанавливаются на переднюю панель и соединяется с платой процессора. С помощью клавиатуры можно управлять видом отображаемых данных, вводить требуемые значения, и выполнять другие сервисные и технологические операции.

Конструкция входных соединителей для всех модификаций:

- Входы 1 и 4 – BNC;
- Входы 2 и 5 – гнезда 4 мм (banana);
- Вход 3 – универсальные зажимы;
- Входы 6 и 7 – RJ-45 (запараллелены между собой, по заказу дифференциальные), по заказу соединители входов 6 и 7 могут быть типа M12 (гнездо).

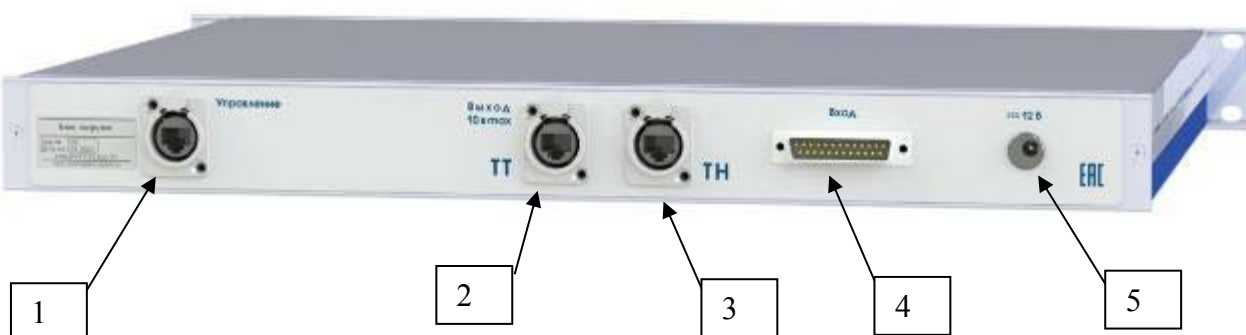
1.3.2 Конструкция Блока нагрузок БН

Блок нагрузок БН (рисунки 1.4, 1.5) входит в комплект модификации «Марскомп К-1000 Х-XX-Н».

Передняя панель БН



Задняя панель БН



- 1 – соединитель RJ-45 для подключения к ПК;
- 2 - соединитель RJ-45 для подключения напряжения сигналов тока ММТТ к компаратору;
- 3 – соединитель RJ-45 для подключения сигналов напряжения ММТН к компаратору;
- 4 – соединитель для подключения сигналов малоомощного трансформатора (конструкция – по заказу);
- 5 – соединитель для подключения кабеля питания 12 В.

Рисунок 1.4 - Блок нагрузок БН для модификации «Марскомп К-1000 С-Х-Н»



Рисунок 1.5 - Блок нагрузок БН для модификации «Марскомп К-1000 П-XX-Н»

По заказу БН выпускается с заданными номинальными значениями входного сопротивления (по входам 6, 7 для ММТН или ММТТ) и входной емкости (2 набора: индикаторы «1» и «2») отдельно для сигналов тока и сигналов напряжения с управляемым переключением входов по трем фазам: А, В, С. Соответствующий индикатор включается при подключении требуемого входа к ММТН или ММТТ по команде управляющего ПО.

По заказу БН выпускается с соединителем «Вход», обеспечивающим подключение ММТН и ММТТ, требуемой конструкции.

БН подключается к ПК кабелем управления по интерфейсу Ethernet через соединитель «Управление». БН подключается к компаратору измерительными кабелями через соединители «Выход ТТ и ТН».

Измерительные кабели, подключенные к входам 6 или 7, обеспечивают питание схемы БН. При наличии питания включается индикатор «Сеть».

Для автономного питания БН может использоваться адаптер 230 VAC/12VDC (дополнительная принадлежность), подключаемый через соединитель «12 В».

1.4 Устройство и работа

1.4.1 Методы измерений

Работа компаратора основана на использовании принципа 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.

Для построения амплитудно-частотной и фазно-частотной характеристик аттестуемого измерительного трансформатора напряжения (ТН) или иного масштабного преобразователя напряжения, компаратор производит сравнение гармонических сигналов напряжения, поступающих с вторичной обмотки ТН и с выхода эталонного (образцового) масштабного преобразователя на входы 1–го и 2-го каналов компаратора соответственно. Входные сигналы напряжения пропорциональны высокому напряжению, поступающему одновременно на первичную обмотку ТН и на вход эталонного ТН. Напряжение измеряется двух видов:

- «Сложный» – с основной частотой f_1 и с добавленной гармонической составляющей порядка h , где порядок h принадлежит множеству:
 - от 0,3 до 0,9 с шагом 0,1;
 - от 1 до 50 включительно с шагом 1.
- «Синус» – только одной частоты f .

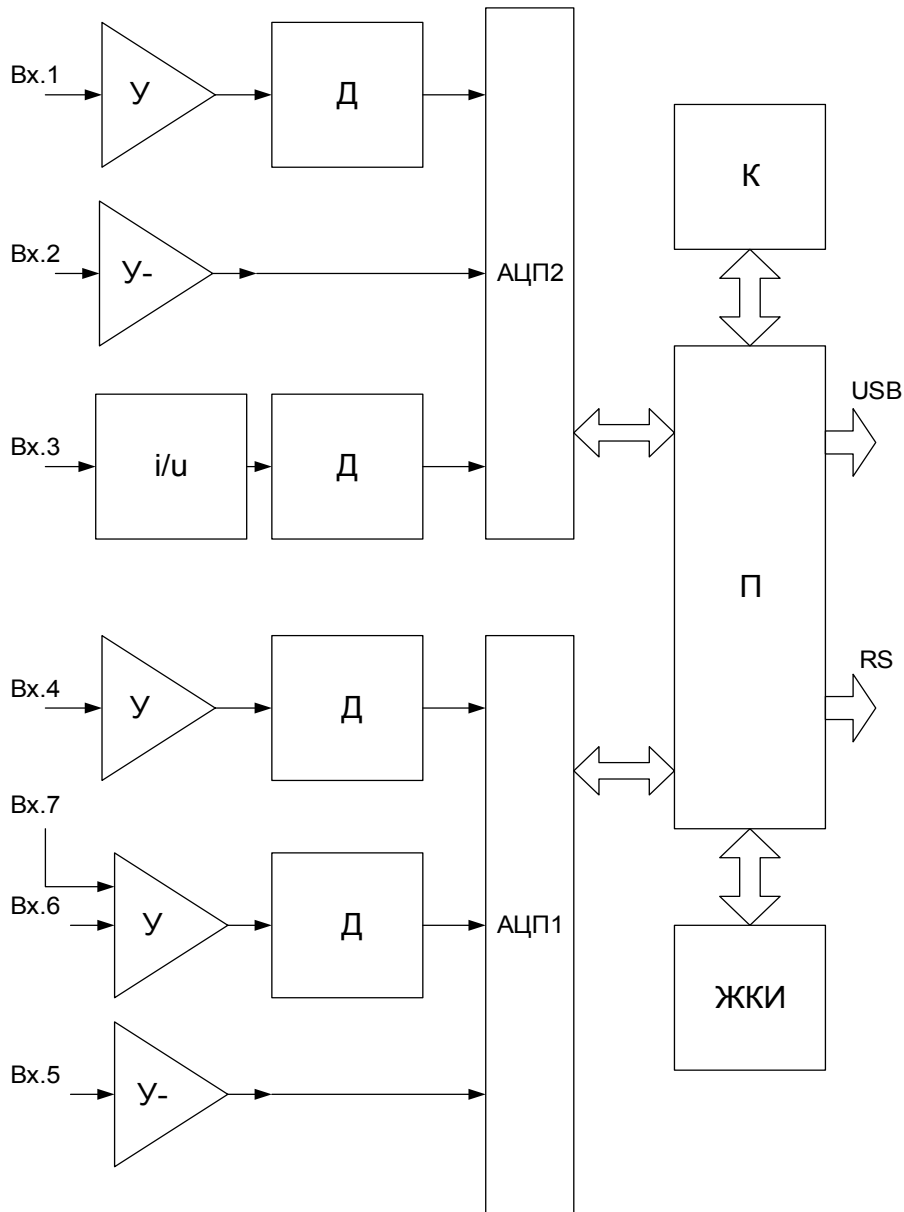
Определение модульной погрешности масштабных преобразователей напряжения (маломощных и традиционных трансформаторов, датчиков, делителей масштабных преобразователей тока (маломощных и традиционных трансформаторов, датчиков) выполняется с помощью ПО, установленного на ПК, методом сравнения измеренных в ВПО действующих значений первых гармоник напряжений двух измерительных каналов.

Определение угловой погрешности масштабных преобразователей выполняется с помощью ВПО методом сравнения измеренных в ВПО сдвига фаз первых гармоник напряжений двух измерительных каналов.

Определение полной погрешностей масштабных преобразователей тока (маломощных трансформаторов, датчиков) выполняется с помощью ВПО с использованием действующего значения разности сигналов тока по двум каналам, полученной из двух массивов мгновенных значений в соответствии с IEC 61869–10.

1.4.2 Взаимодействие составных частей.

Структурная схема компаратора представлена на рисунке 1.5.



«У» - усилитель программируемый; «У-» - усилитель программируемый инвертирующий;
 Д – драйвер АЦП; «i/u» –преобразователь тока в напряжение;
 К – клавиатура; ЖКИ – дисплей; П – плата процессора
 Рисунок 1.5 - Структурная схема компаратора

Компаратор имеет два канала преобразования аналоговых сигналов. На входы канала 1 (Входы 4...7) подаются выходные сигналы поверяемых средств измерений (СИ), а на входы канала 2 (Входы 1...3) – выходные сигналы эталонных СИ.

Входы предназначены для подключения:

- Вход 1 – СИ с выходным сигналом напряжения в диапазоне от 0,2 мВ до 8,4 В (эталонных электронных трансформаторов напряжения, делителей);
- Вход 2 – СИ с выходным сигналом напряжения в диапазоне от 8 В до 840 В (эталонных измерительных трансформаторов напряжения, делителей);
- Вход 3 – СИ с выходным сигналом переменного тока в диапазоне от 1 мА до 10 А (эталонных измерительных трансформаторов тока ИТТ);
- Вход 4 – поверяемых СИ с выходным сигналом напряжения в диапазоне от 0,2 мВ до 8,4 В;
- Вход 5 – поверяемых СИ (традиционных ТН и т.п.) с выходным сигналом напряжения в диапазоне от 8 В до 840 В;
- Вход 6 – поверяемых маломощных трансформаторов напряжения (ММТН) с выходным сигналом напряжения в диапазоне от 0,5 мВ до 8,4 В;
- Вход 7 – поверяемых маломощных трансформаторов тока (ММТТ) с выходным сигналом напряжения в диапазоне от 0,5 мВ до 8,4 В.

Каналы 1 и 2 представляют собой измерительные преобразователи входных сигналов в сигналы напряжения с амплитудным значением до 12 В и до 6 В (максимальные значения входных сигналов АЦП).

В качестве измерительных преобразователей для входов 1, 4, 7 и 6 используются программируемые измерительные усилители (коэффициенты усиления – 1; 10; 100 и 1000), к выходу которых подключены драйверы АЦП (коэффициенты усиления – 1 и 10).

В качестве измерительных преобразователей для входов 2 и 5 используются программируемые инвертирующие усилители (коэффициенты усиления 0,01 и 0,05).

Для преобразования выходных сигналов эталонных ИТТ в диапазоне от 1 мА до 10 А (Вход 3) используется 3-диапазонный преобразователь тока в напряжение на базе прецизионного трансформатора тока (I_n – 10 А, 1 А и 0,1 А). Сигнал напряжения, снимаемый с шунта, подключенного к выходной обмотке трансформатора тока, подается на драйвер АЦП, имеющий коэффициент усиления 20.

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.

Коэффициенты усиления измерительных преобразователей и диапазоны преобразования АЦП задаются управляющими сигналами с платы процессора.

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

Компаратор выполняет аналогово-цифровое преобразование мгновенных значений входных сигналов с частотой выборки 25.6 кГц. Дальнейшая обработка производится в зависимости от измеряемых параметров.

Блок питания служит для выработки необходимых напряжений для платы процессора и измерительной платы.

Компаратор выполняет аналогово-цифровое преобразование мгновенных значений входных сигналов с частотой выборки 25.6 кГц. Дальнейшая обработка производится в зависимости от измеряемых параметров.

Блок нагрузок БН входит в комплект модификации «Марскомп К-1000 Х-Х-Н». 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 ко входам 4, или 6, или 7. К ПК подключается кабелем управления. Заводской номер БН должен соответствовать заводскому номеру компаратора.

Компараторы обеспечивают процедуры самотестирования, инициализации и первоначальной установки после подключения к сети питания. Компараторы должны обеспечивать в нормальных и рабочих условиях применения требуемые технические характеристики по истечении времени установления рабочего режима.

Компараторы предназначены для непрерывной работы.

Компаратор должен обеспечивать возможность задания следующих значений интервала времени усреднения результатов измерения – 1,25 с, 2,5 с, 5 с, 10 с, 1 мин., 15 мин. и 30 мин.

Программное обеспечение компаратора состоит из встроенного программного обеспечения (ВПО) и прикладных программ для ПК (ПО). Связь с ПК осуществляется по интерфейсам. ВПО выполняет функции управления режимами работы, математической обработки и представления измерительной информации. Установка ВПО производится на

предприятию-изготовителю. 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.

При вычислении результатов измерений учитываются поправочные множители и поправки, которые определяются при регулировке, записываются в энергонезависимую память и защищаются контрольными суммами, контролируемые системой диагностики.

ВПО, а также массивы поправочных множителей и поправок защищены от изменений или удаления. Метрологические характеристики даны с учетом влияния ВПО на результаты измерений.

ПО не имеет метрологически значимых частей, предназначено для выбора режима работы, измеряемых величин и диапазонов измерений, а также считывания результатов измерений из памяти ВПО.

Конструкция компаратора исключает возможность несанкционированного влияния на ВПО и измерительную информацию. Уровень защиты программного обеспечения компаратора от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует «высокому» в соответствии Р 50.2.077-2014. Идентификационные данные ВПО представлены в таблице 1.4.

Таблица 1.4 - Идентификационные данные

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

1.5 Маркировка и пломбирование

1.5.1 Маркировка изделия

На корпусе Компаратора методом трафаретной печати нанесены:

- наименование Компаратора;
- изображение знака утверждения типа;
- изображение знака соответствия;
- товарный знак предприятия-изготовителя;
- вид и номинальное напряжение питания;
- условные обозначения входных и выходных соединителей.

На маркировочной планке, прикрепленной к корпусу Компаратора, нанесены:

- наименование Компаратора, условное обозначение модификации;
- номер Компаратора по системе нумерации предприятия-изготовителя;
- товарный знак предприятия-изготовителя;
- наименование предприятия-изготовителя;

- заводской номер;
- дата изготовления (месяц и год).

На маркировочной планке, прикрепленной к корпусу Блока нагрузок, нанесены:

- наименование Компаратора и БН, условное обозначение модификации;
- наименование предприятия-изготовителя;
- номер БН, соответствующий номеру Компаратора;
- номинальные параметры нагрузок по позициям переключений;
- дата изготовления (месяц и год).

1.5.2 Маркировка транспортной тары

На боковую и торцевую стенки ящика транспортной тары нанесены манипуляционные знаки по ГОСТ 14192-96 "Хрупкое Осторожно", "Беречь от влаги" и "Верх".

1.5.3 Пломбирование

Пломба устанавливается:

- для модификаций "С" - в гнездо крепежного винта на задней панели Компаратора;
- для модификаций "П" - в гнездо крепежного винта на передней панели Компаратора.

Пломбирование Компаратора после вскрытия и ремонта могут проводить только специально уполномоченные организации и лица.

2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

2.1 Эксплуатационные ограничения

Если компаратор внесен в помещение после пребывания снаружи при температуре окружающей среды ниже минус 20 °С, то он должен быть выдержан в нормальных условиях в выключенном состоянии не менее 4 ч.

Внимание! При попадании воды или иных жидкостей внутрь корпуса использование компаратор не допускается.

2.2 Подготовка изделия к использованию

2.2.1 Требования безопасности

При работе с компаратором необходимо соблюдать требования безопасности, установленные «Правилами охраны труда при эксплуатации электроустановок».

По способу защиты человека от поражения электрическим током компаратор относится к оборудованию класса I.

Компаратор соответствует требованиям, установленным ГОСТ 12.2.091 для электрического оборудования, у которого:

- категория изоляции - основная;
- категория измерений III;
- степень загрязнения окружающей среды –1.

Степень защиты оболочек IP20 по ГОСТ 14254.

"ВНИМАНИЕ! Перед любым подключением зажим защитного заземления прибора должен быть подсоединен к внешней защитной системе заземления".

2.2.2 Распаковывание компаратора

После извлечения компаратор из упаковки проводят наружный осмотр, убеждаются в отсутствии механических повреждений, проверяют наличие пломб предприятия-изготовителя.

Проверяют комплектность компаратора в соответствии с таблицей 4.1 ФО.

2.2.3 Включение компаратора

Внимание! Подключение (отключение) к измеряемым цепям должно производиться в соответствии с действующими правилами электробезопасности. Необходимо следить за тем, чтобы соединения были правильно и надежно закреплены во избежание перегрева мест контакта и возрастания переходного сопротивления

Включение компаратор производят в следующей последовательности:

- подключить компаратор внешней защитной системе заземления, к сети питания, к поверяемому и эталонному оборудованию;
- подключить к компаратору блок нагрузок (при наличии);
- включить питание поверяемого СИ;
- включить питание компаратора и блока нагрузок (при необходимости) выключателем питания.

При включении питания должен включиться дисплей, через 30 секунд должны завершиться процедуры самотестирования и инициализации компаратора (компаратор должен обеспечивать процедуры самотестирования, инициализации и первоначальной установки после подключения к сети питания), на дисплее (рисунок 2.1) индицируется товарный знак, наименование изготовителя, наименование СИ и версия программного обеспечения.



Рисунок 2.1

Для установления рабочего режима необходимо выдержать компаратор в течение 15 минут во включенном состоянии.

2.3 Использование изделия

2.3.1 Автоматизированное управление работой компаратора

Для управления компаратором от ПК необходимо установить на ПК программу «E-TransformerTest» (далее – ПО) и подключить компаратор к ПК через адаптер USB-4RS232. ПО работает под операционными системами MS Windows 7 (32-х и 64-х разрядная архитектура) и выше.

В 2.3.2.4 описывается Окно "РЕЖИМ ВХОДА" (рисунок 3.23), которое обеспечивает

возможность произвести выбор способа загрузки компаратора при включении: либо с входом в ГЛАВНОЕ МЕНЮ, либо с входом в режим ОБМЕНА ПО RS-232 (при этом для подключения к ПК вмешательство оператора не требуется). При выключении компаратора настройка режима входа сохраняется.

После инициализации с входом в ГЛАВНОЕ МЕНЮ компаратор переходит в режим ввода пароля, – нажмите клавишу «Ent». Пароль требуется только для перепрограммирования компаратора инженерами предприятия изготовителя. Компаратор переходит в режим управления от ПК при выборе в пункте основного меню «ОБМЕН С ПК» подпункта «ОБМЕН ПО RS-232» (рисунок 2.2) и запуске программы «E-TransformerTest» на ПК.

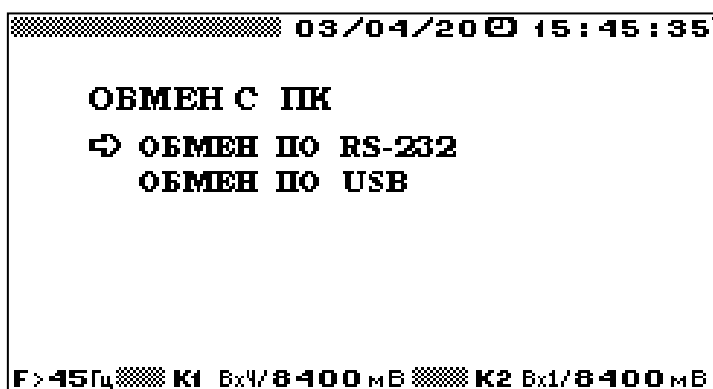


Рисунок 2.2 - Меню обмена с ПК

Для возврата в главное меню необходимо нажать клавишу "ESC".

2.3.1.1 Установка ПО

Вставьте установочный flash-диск с дистрибутивом в ПК. Завершите все работающие приложения Windows. Запустите установочный файл Install_E-TransformerTest.exe.

Должно появиться окно установки.

Нажмите «Next».

Отметьте «I accept the License Agreement». Нажмите «Next».

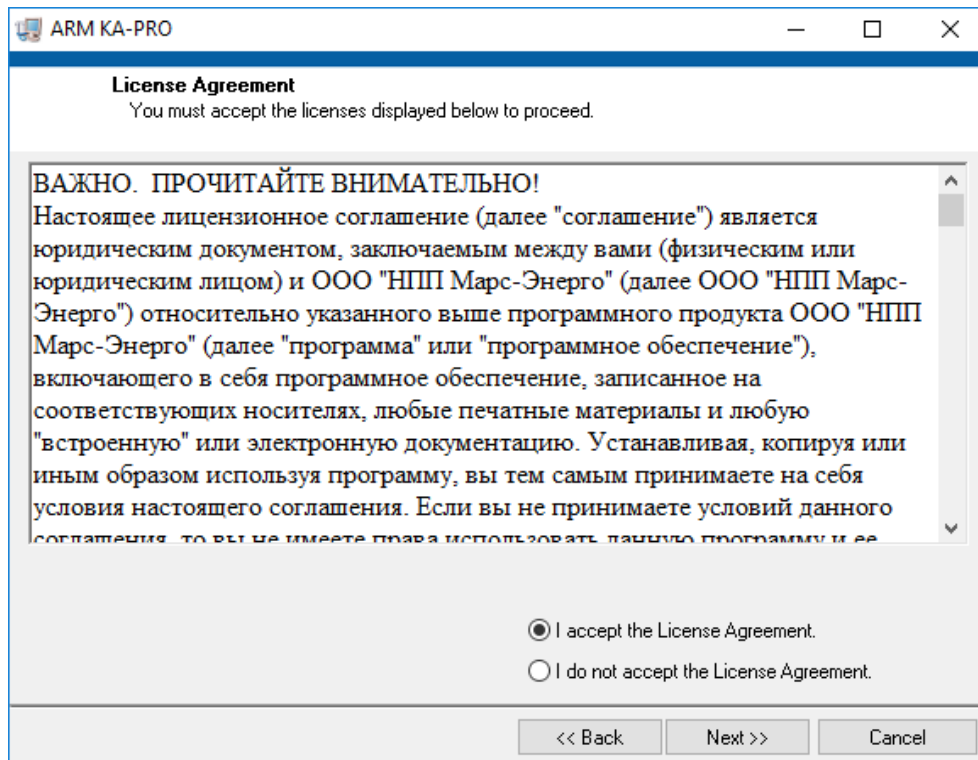


Рисунок 2.3

Отметьте «I accept the License Agreement». Нажмите «Next» .

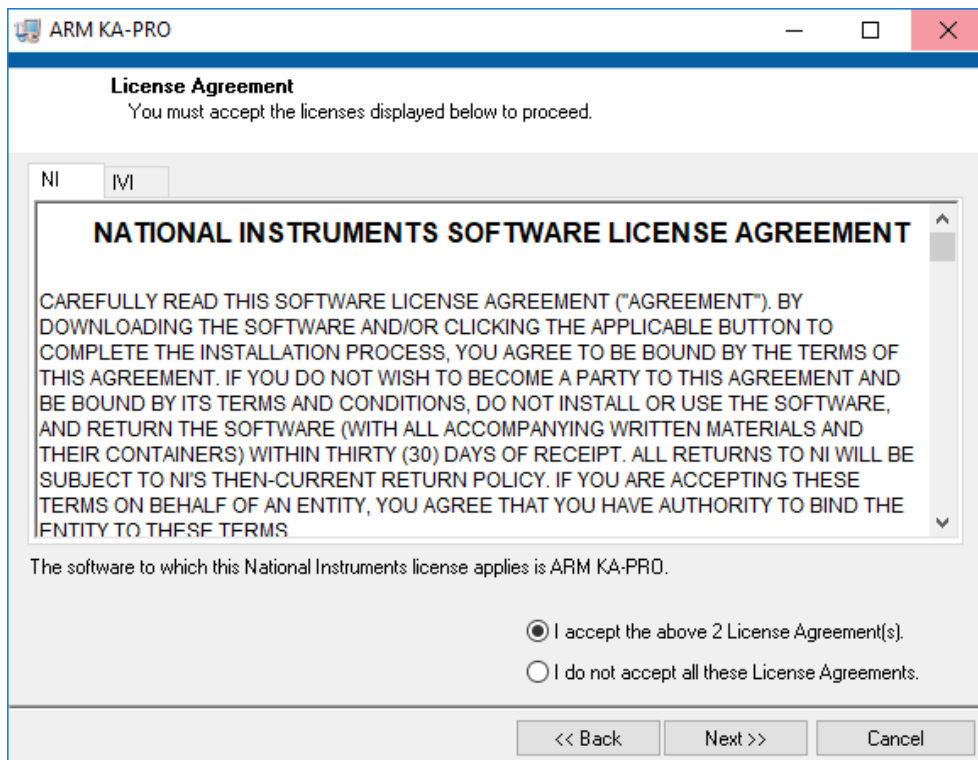


Рисунок 2.4

Уберите отметку «**Disable Windows fast startup...**». Нажмите «**Next**».

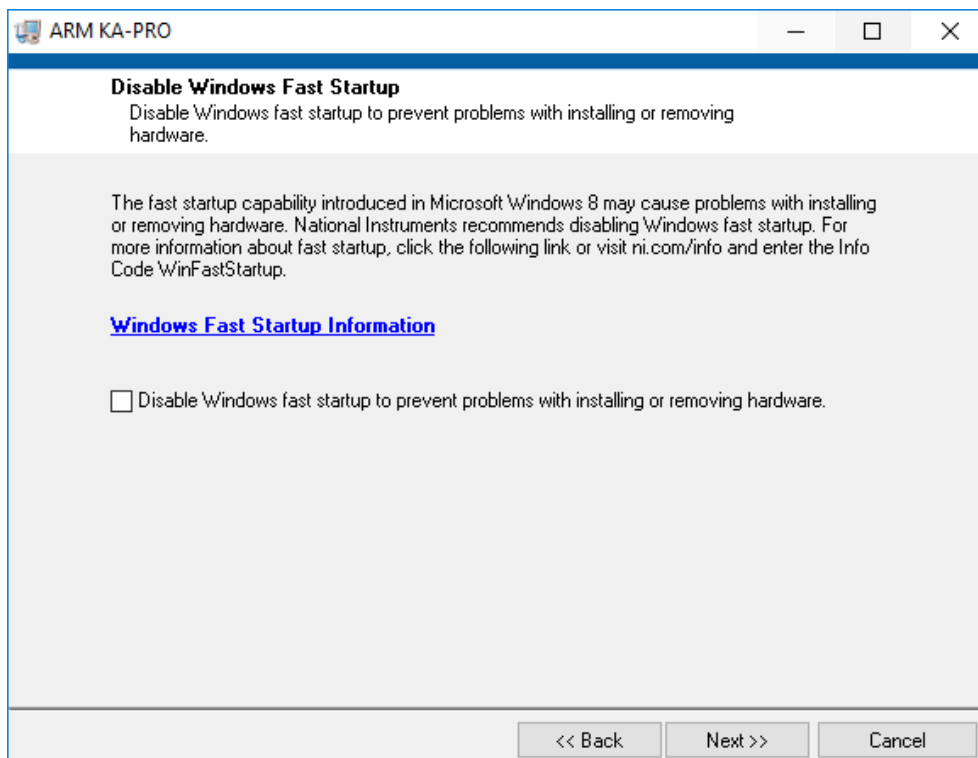


Рисунок 2.5

Отобразится список устанавливаемых компонентов. Нажмите «**Next**».

Начнется установка программы.

Окончание установки программы. Нажмите «**Next**».

В появившемся окне Нажмите «**Restart**». *Произойдет перезагрузка компьютера!*

На рабочем столе появится ярлык для запуска программы.

Для корректной работы программы с компонентами MS Office требуется установка специальных плагинов, поставляемых вместе с дистрибутивом основного ПО. Для их установки требуется поочередно запустить файлы Patch 1.uri и Patch 2.uri. По завершению установки которых появятся соответствующие окна, информирующие о том, что плагины успешно зарегистрированы в системе.

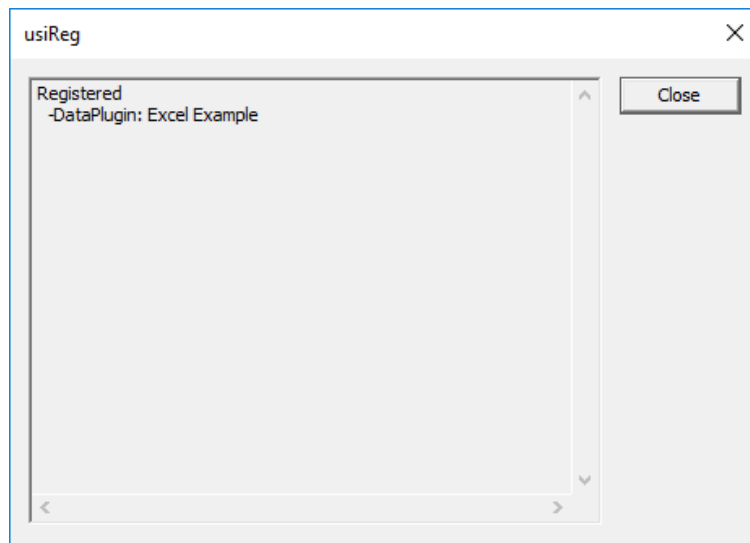


Рисунок 2.6

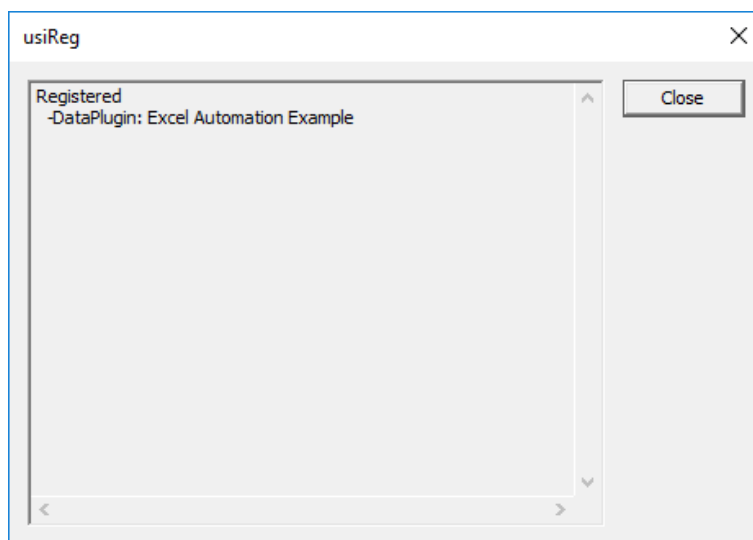
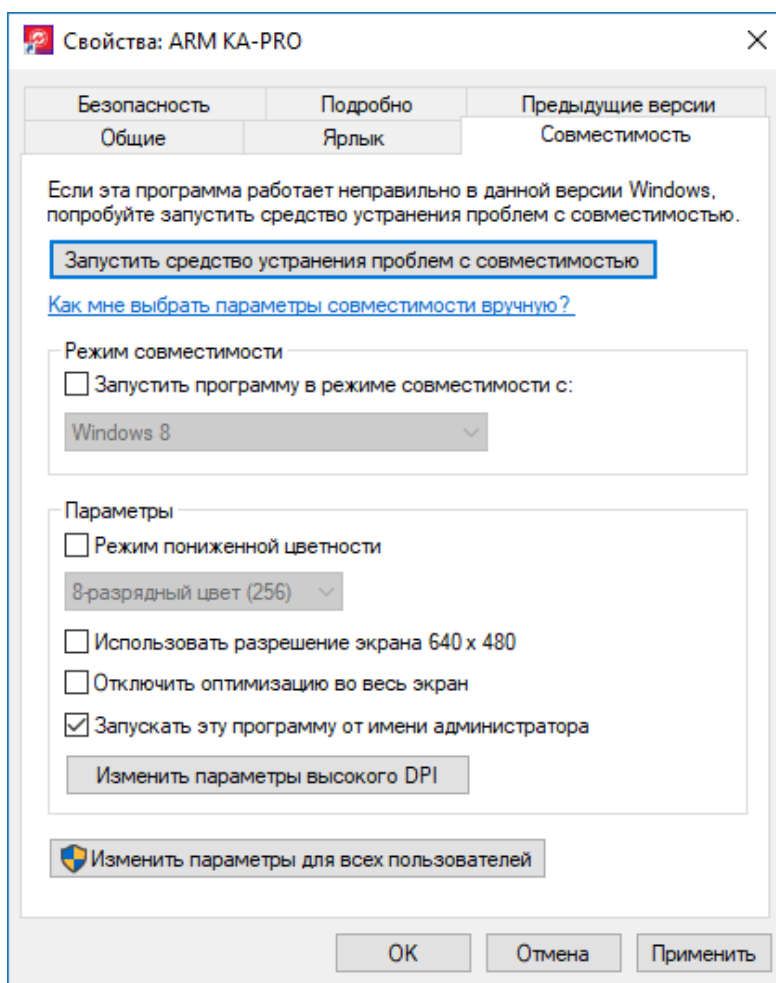


Рисунок 2.7

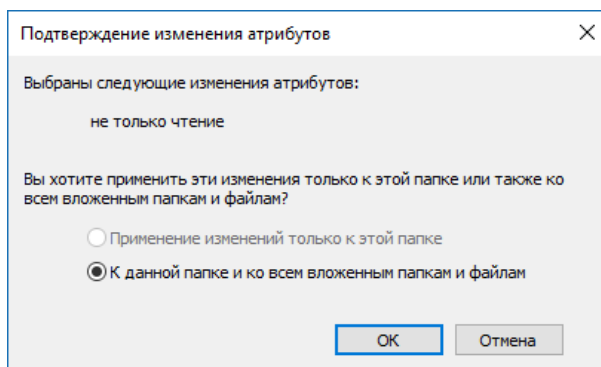
Для формирования текстовых отчетов программа должна запускаться от имени

администратора. Для этой настройки нужно нажать правой клавишей мыши по ярлыку программы и выбрать пункт «Свойства». На вкладке «Совместимость» отметить пункт «Выполнять эту программу от имени администратора». Нажмите «Ок».

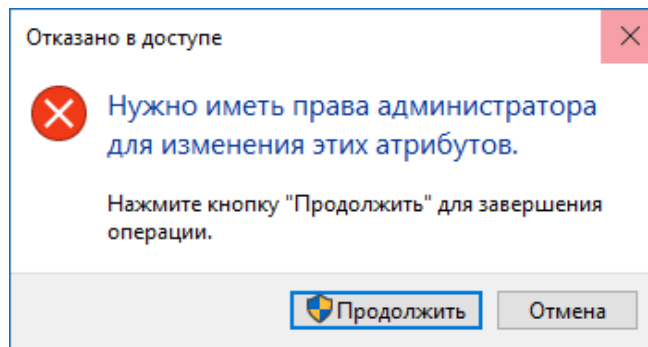


Нажмите правой кнопкой мыши по ярлыку программы и выберите пункт «Расположение файла». Откроется корневой каталог установленной программы. Далее нужно нажать правой кнопкой мыши по свободному полю и выбрать пункт «Свойства». В открывшемся окне уберите отметку «Только для чтения», Нажмите «Применить».

Отметьте пункт «К данной папке и ...» и Нажмите «ОК».



Нажмите «**Продолжить**».



По завершению Нажмите «**ОК**» в основном окне свойств. В случае успешного выполнения всех вышеописанных действий программа полностью готова к работе.

Программу «E-TransformerTest» можно запустить тремя способами:

1. через любой файл-менеджер для Windows из каталога, куда была установлена программа (по умолчанию C:\Program Files\MarsComp K-1000) необходимо открыть файл “MarsComp K-1000.exe”,
2. на рабочем столе щелкнуть дважды мышью по ярлыку “ MarsComp K-1000.exe”,
3. в меню “Пуск” выбрать " MarsComp K-1000".

Рекомендация.

Для обработки и редактирования файлов протоколов (rtf) и таблиц с результатами (xlsx) следует пользоваться соответствующими офисными приложениями.

2.3.1.2 Удаление ПО

Для удаления программного продукта необходимо войти в “Панель управления” Windows, далее выбрать пункт “Установка и удаление программ”, в списке установленных программ выбрать удаление программы “ E-TransformerTest ”.

2.3.1.3 Формат команд

Прибор выдает информацию по команде со стороны ПК через последовательный порт.

Поддерживаемые команды:

1. Установить нужные режимы измерений.
2. Выполнить измерения параметров и передать результаты в ПК.
3. Установить нужные пределы измерений.

Информация об измерениях передается в следующем формате:

- 51 гармоника сигнала (коэффициенты $K_{u(h)}$) по каждому из 2 каналов,
- 7 субгармоник сигнала (коэффициенты) по каждому из 2 каналов,
- коэффициент несинусоидальности по каждому из 2 каналов,
- действующие значения напряжений и тока;
- действующие значения напряжений или тока первой гармоники,
- действующие значения напряжений гармоник порядка h , U_h ,
- угол между первыми гармониками напряжений,
- углы между гармониками порядка h напряжений,
- частота сети,
- текущий предел по напряжению/току.
- действующие значения разности сигналов,
- погрешность напряжения (для ТН и ММТН),
- токовая погрешность (для ММТТ),
- угловая погрешность,
- полная погрешность (только для ММТТ).

2.3.1.4 Параметры, вычисляемые компаратором

Для ТН и ММТН:

- высокое напряжение сигнала/ напряжение гармоники, определяемое как измеренное напряжение на входе канала 1 Прибора, умноженное на номинальный коэффициент масштабного преобразования напряжения эталонного трансформатора ($K_{u(\varepsilon)\text{ном}}$);
- K - отношение номинальных коэффициентов масштабного преобразования эталонного и аттестуемого преобразователей напряжения:

$$K = K_{u(\varepsilon)\text{ном}} / K_{u(\text{тн})\text{ном}}$$

Примечание. Для маломощных ММТН возможно: $K_{u(\text{тн})\text{ном}} = 1000000/K_{\text{дн}}$, где $K_{\text{дн}}$ задан в единицах мВ/кВ.

- ε_u - погрешность напряжения на частоте гармоники порядка h (при поверке/калибровке ТН или ММТН в соответствии с ГОСТ ИЕС 61869-3-2012 и ГОСТ Р МЭК 61869-6-2021 $h=1$), определяемая по формуле:

$$\frac{U_{1изм} - U_{2изм} \cdot K}{U_{2изм} \cdot K} \cdot 100\%$$

где: $U_{2изм}$ – напряжение гармоники h эталонного ТН (или иного преобразователя) вторичное, измеренное компаратором;

$U_{1изм}$ - напряжение гармоники h аттестуемого ТН вторичное, измеренное компаратором.

- $\Delta\varphi_h$ - разность фаз - угловая погрешность при условии, что фазовый сдвиг ММТН и время задержки равны нулю - по каждой гармонике порядка h (при поверке/калибровке ТН $h=1$), мин.

Для ММТТ:

- первичный ток, определяемый как измеренный вторичный ток эталонного ТТ на входе канала 1 Прибора, умноженный на номинальный коэффициент масштабного преобразования;
- K - отношение номинальных коэффициентов масштабного преобразования эталонного и аттестуемого преобразователей тока:

$$K = K_{i(\varepsilon)ном} / K_{i(ТТ)ном}$$

где $K_{i(ТТ)ном} = 1/K_{дТ}$ (А/мВ)

- ε_i - токовая погрешность на частоте первой гармоники, определяемая по формуле:

$$\frac{I_{1изм} - I_{2изм} \cdot K}{I_{2изм} \cdot K} \cdot 100\%$$

где: $I_{2изм}$ – сила тока первой гармоники вторичной обмотки эталонного ТТ (или иного преобразователя), измеренная компаратором;

$I_{1изм}$ - напряжение первой гармоники сигнала тока " U_{1l} " аттестуемого малоомощного ТТ (вторичное), измеренное компаратором.

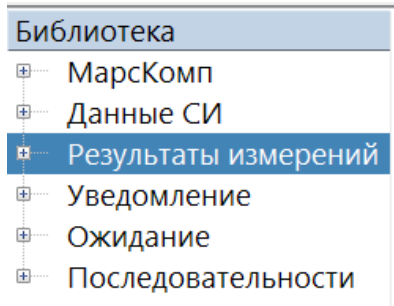
- $\Delta\varphi_h$ - разность фаз - угловая погрешность при условии, что фазовый сдвиг ММТТ и время задержки равны нулю - по каждой гармонике порядка h (при поверке/калибровке ММТТ $h=1$), мин.
- ε_c - полная погрешность ММТТ (%), определяемая в соответствии с ГОСТ Р МЭК 61869-6-2021;
- ε_{c1} - полная погрешность ММТТ (%), определяемая по погрешностям ε_i и $\Delta\varphi$ на частоте основной гармоники.

В случае задания количества измерений n от 2 до 100, ПО интегрирует и вычисляет среднеарифметическое значение величины и соответствующее ему СКО (среднеквадратическое отклонение измеренной (вычисленной) величины для n измерений).

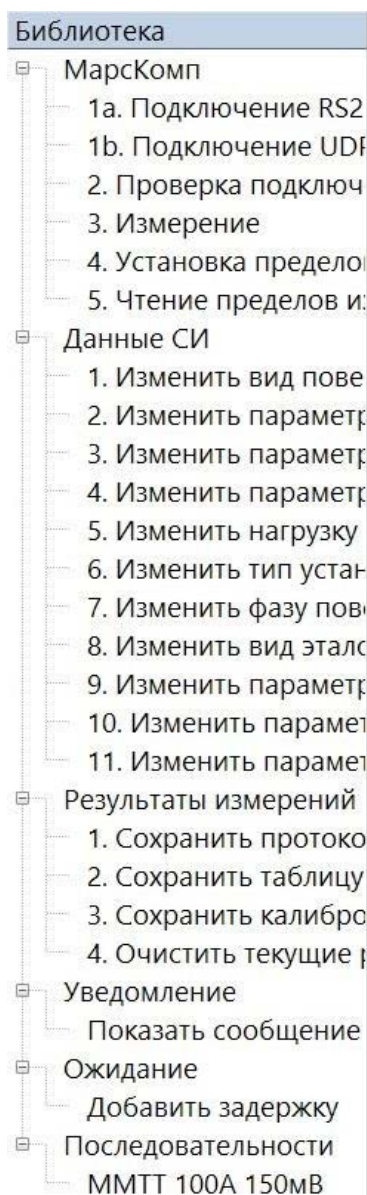
2.3.1.5 Главное окно

Главное окно ПО условно разделяется на три области.

1. Область Главного меню «Библиотека»



и задания последовательности операций



2. Область с текущей последовательностью операций

Инструмент	Операция
✓ МарсКомп	2. Проверка подключения
✓ Данные СИ	1. Изменить вид поверяемого т
✓ Данные СИ	4. Изменить параметры поверя
✓ Данные СИ	8. Изменить вид эталонного тра
✓ Данные СИ	11. Изменить параметры эталон
✓ МарсКомп	4. Установка пределов измерен
✓ МарсКомп	5. Чтение пределов измерений
✓ МарсКомп	3. Измерение
✓ Результаты изм	2. Сохранить таблицу

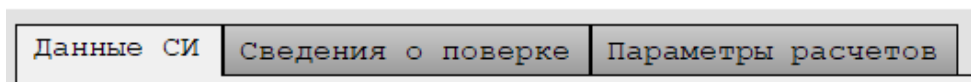
3. Область редактирования параметров и индикации.

2.3.1.4 РАБОТА С ПО В РУЧНОМ РЕЖИМЕ

С помощью ПО в ручном режиме калибратор и процесс поверки управляются по первым трем «папкам» Библиотеки (Пункты меню: МарсКомп, Данные СИ, Результаты измерений).

Пункт «Данные СИ»

В пункте меню «Данные СИ» открывается окно для редактирования с тремя вкладками.

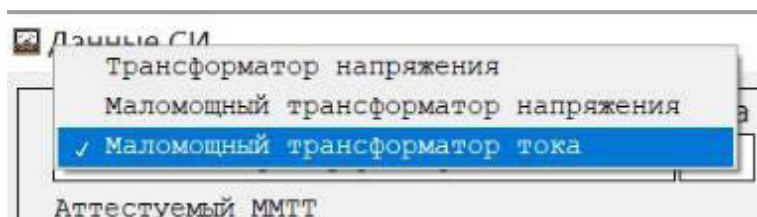


Данные о средствах измерения (СИ), применяемых в схеме испытаний, вносятся пользователем во вкладке «Данные СИ» перед началом испытания и сохраняются в протоколе.

Вкладка «Данные СИ»

В области СИ отображается основная информация, введенная пользователем:

- Вид СИ – для аттестуемого трансформатора. В данном окне следует выбрать один из трех видов поверяемых трансформаторов - «Вид СИ».



- Сведения о трансформаторе - подвид аттестуемого трансформатора (однофазный или трехфазный)

- Обозначение Типа - тип аттестуемого трансформатора;
- Заводской номер - Заводской номер аттестуемого трансформатора;
- Класс точности – для аттестуемого трансформатора;
- Номинальная частота
- Нагрузка ТН – Подключенная нагрузка ТН в % от номинальной;
- Номинальная нагрузка ТН;
- Методика поверки - Обозначение методики поверки;
- Корректировка фазы – включается/не включается в расчеты корректировка угловой погрешности на 180° ;
- Номинальное первичное напряжение (или ток для ММТТ);
- Номинальное вторичное напряжение
- Тип установки коэффициента – При выборе «Автоматически» применяется расчетный K_u , при выборе «Вручную» применяется введенный ниже K_u ;
- Номинальный коэффициент преобразования аттестуемого трансформатора – в поле вводится K_u , указанный в паспорте или маркировочной табличке;
- Расчетный коэффициент преобразования аттестуемого трансформатора (U_1/U_2 или I_1/U_2), определенный по внесенным значениям «Номинальное первичное напряжение (или ток для ММТТ)» и «Номинальное вторичное напряжение»;

Набор параметров изменяется в зависимости от выбранного вида поверяемого трансформатора.

Для ММТН и ТН значения номинальных напряжений следует вносить междуфазные (линейные) напряжения. Например, если номинальное первичное напряжение ТН указано $110/\sqrt{3}$ кВ, то в поле следует вносить «110» и выбрать множитель « $/\sqrt{3}$ », если номинальное вторичное напряжение ММТН указано $3,25/\sqrt{3}$ В, то в поле следует вносить «3250» мВ и выбрать множитель « $/\sqrt{3}$ ».

Данные СИ		Сведения о поверке		Параметры расчетов	
Материал СИ		фаза		Прибор сравнения	
Маломощный трансформатор напряжения		В		МарсКомп К-1000	
Сведения о ММТН				Заводской номер	
Трехфазный				01	
Обозначение типа				Дата поверки	
33				2022	
Заводской номер				Вид эталонного СИ	
1				Трансформатор напряжения	
Класс точности				Эталонный ТН	
0,5000				Обозначение типа	
Номинальная частота, Гц				НЛЛ	
50,00000				Заводской номер	
Комбинация нагрузки				111	
1				Класс точности	
Методика поверки				0,0500	
МП				Номинальное первичное напряжение,	
Корректировка фазы				10,00000	
<input type="radio"/> выключена <input checked="" type="radio"/> включена <input type="radio"/> выключена				кВ /√3	
Номинальное первичное напряжение,				Номинальное вторичное напряжение,	
10,00000		кВ /√3		100,00000	
Номинальное вторичное напряжение,				В /√3	
3,25000		В /√3		Номинальный коэффициент масштабного преобразования эталонного ТН,	
Тип установки коэффициента				0,10000	
Автоматически				кВ/В	
Номинальный коэффициент масштабного преобразования аттестуемого ММТН,				Дата поверки эталона	
фаза А		фаза В		2022	
фаза С				Коэффициент отношения (Kз/Ка)	
0,00000000		0,00000000		фаза А	
0,00000000		0,00000000		фаза В	
				фаза С	
				0,00000000	
ед.				U ₁ /U ₂	
U ₁ /U ₂				0,03250000	
3,07692308		кВ/В			
				Сохранить	
				Отменить	

Данные СИ		Сведения о поверке		Параметры расчетов	
Вид СИ		фаза		Прибор сравнения	
Трансформатор напряжения		В		МарсКомп К-1000	
Сведения о ТН				Заводской номер	
Однофазный				01	
Обозначение типа				Дата поверки	
46545				2022	
Заводской номер				Вид эталонного СИ	
1				Трансформатор напряжения	
Класс точности				Эталонный ТН	
0,5000				Обозначение типа	
Номинальная частота, Гц				НЛЛ	
50,00000				Заводской номер	
Нагрузка				111	
25%				Класс точности	
Номинальная мощность нагрузки, ВА				0,0500	
80,00000				Номинальное первичное напряжение,	
Методика поверки				10,00000	
ГОСТ				кВ /√3	
Корректировка фазы				Номинальное вторичное напряжение,	
<input type="radio"/> выключена <input type="radio"/> выключена <input type="radio"/> выключена				100,00000	
Номинальное первичное напряжение,				В /√3	
10000,00000		В /√3		Номинальный коэффициент масштабного преобразования эталонного ТН,	
Номинальное вторичное напряжение,				0,10000	
100,00000		В /√3		кВ/В	
Тип установки коэффициента				Дата поверки эталона	
Автоматически				2022	
Номинальный коэффициент масштабного преобразования аттестуемого ТН,				Коэффициент отношения (Кз/Ка)	
фаза А		фаза В		фаза С	
0,00000000		0,00000000		0,00000000	
				U ₁ /U ₂	
				1,00000000	
ед.					
U ₁ /U ₂					
100,00000000		ед.			
				Сохранить	
				Отменить	

В области «Прибор сравнения» отображается основная информация о компараторе.

В области эталонного СИ отображается основная информация о эталонном трансформаторе:

- Вид
- Тип - тип трансформатора;
- Заводской номер - Заводской номер аттестуемого трансформатора;
- Класс точности – для эталонного трансформатора;
- Номинальное первичное напряжение (или ток для ММТТ);
- Номинальное вторичное напряжение
- Номинальный (расчетный) коэффициент масштабного преобразования эталонного трансформатора (делителя);

- дата предыдущей поверки эталонного трансформатора;
- Коэффициент отношения коэффициентов эталонного и поверяемого.

Для ММТТ:

Данные СИ		Сведения о поверке		Параметры расчетов	
Вид СИ		фаза		Прибор сравнения	
Маломощный трансформатор тока		А		МарсКомп К-1000	
Сведения о ММТТ				Заводской номер	
Однофазный				01	
Обозначение типа				Дата поверки	
ттэ				2022	
Заводской номер				Вид эталонного СИ	
001				Трансформатор тока	
Класс точности				Эталонный ТТ	
0,5000				Обозначение типа	
Номинальная частота, Гц				ТТИ	
50,00000				Заводской номер	
Комбинация нагрузки				001	
1				Класс точности	
Методика поверки				0,0500	
ГОСТ				Номинальный первичный ток,	
Корректировка фазы				1000,00000	
А <input type="radio"/> выключена В <input type="radio"/> выключена С <input type="radio"/> выключена				А	
Номинальный первичный ток,				Номинальный вторичный ток,	
1000,00000		А		5,00000	
Номинальное вторичное напряжение,				Номинальный коэффициент масштабного преоб-	
150,00000		мВ		разования эталонного ТТ * кол-во витков,	
Тип установки коэффициента				200,00000	
Автоматически				1	
Номинальный коэффициент масштабного преобразования аттестуемого ММТН,				ед.	
фаза А		фаза В		фаза С	
0,00000000		0,00000000		0,00000000	
				U ₁ /U ₂	
				0,03000000	
mA/mB					
I1/U2					
6,66666667		А/мВ			
				Сохранить	
				Отменить	

Вкладка «Сведения о поверке»

Во вкладке «Сведения о поверке» для оформления протокола вносятся сведения о поверителе и условиях окружающей среды.

Данные СИ	Сведения о поверке	Параметры расч
Организация проводившая поверку		
<input type="text"/>		
Поверитель		
Фамилия		
<input type="text"/>		
Имя		
<input type="text"/>		
Отчество		
<input type="text"/>		
Условия проведения поверки		
Температура воздуха, °С		
<input type="text" value="0"/>		
Относительная влажность воздуха, %		
<input type="text" value="0"/>		
Атмосферное давление, кПа		
<input type="text" value="0"/>		

Вкладка «Параметры расчета»

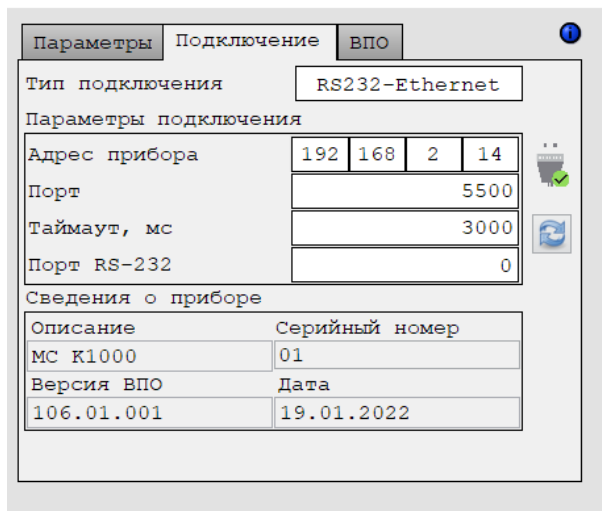
В данном пункте следует выбрать формулу расчёта СКО.

Данные СИ	Сведения о поверке	Параметры расчетов
Формула расчета СКО		
$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{(n - 1)}}$ $\bar{x} = \left(\frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \right)$		
<input checked="" type="radio"/> Рассчитывать СКО		
<input checked="" type="radio"/> в абсолютных величинах		
Разрядов после запятой		
<input type="text" value="5"/>		

Пункт «МарсКомп»

В этом пункте можно:

- задать параметры связи калибратора и ПК на вкладке «Подключение»,



Параметры Подключение ВПО

Тип подключения RS232-Ethernet

Параметры подключения

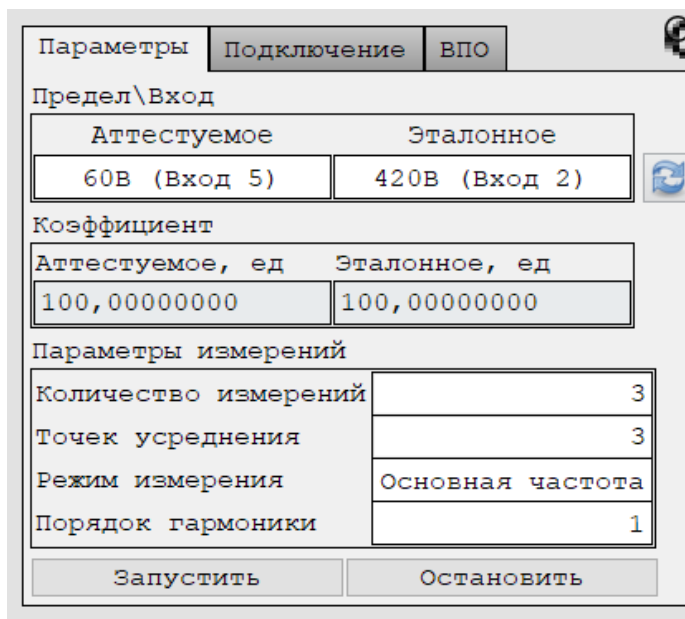
Адрес прибора	192	168	2	14
Порт	5500			
Таймаут, мс	3000			
Порт RS-232	0			

Сведения о приборе

Описание	Серийный номер
МС K1000	01
Версия ВПО	Дата
106.01.001	19.01.2022

- выбрать для работы входы калибратора и их номиналы,

ВНИМАНИЕ. Пользователь должен выбрать и установить U_n или I_n , соответствующее заданным во Вкладке «Данные СИ» видам трансформаторов, схеме испытаний и ожидаемым значениям напряжений или тока, которые будут поступать на входы прибора при испытаниях.



Параметры Подключение ВПО

Предел\Вход

Аттестуемое	Эталонное
60В (Вход 5)	420В (Вход 2)

Коэффициент

Аттестуемое, ед	Эталонное, ед
100,00000000	100,00000000

Параметры измерений

Количество измерений	3
Точек усреднения	3
Режим измерения	Основная частота
Порядок гармоника	1

Запустить Остановить

- задать количество точек усреднения для получения среднего арифметического и СКО (результат вносится в таблицу автоматически) и общее количество измерений после нажатия «Запустить»;
- запустить процесс измерения и остановить его.

После нажатия «Запустить» можно наблюдать результаты, перейдя в пункт «Результаты измерений».

Пункт «Результаты измерений»

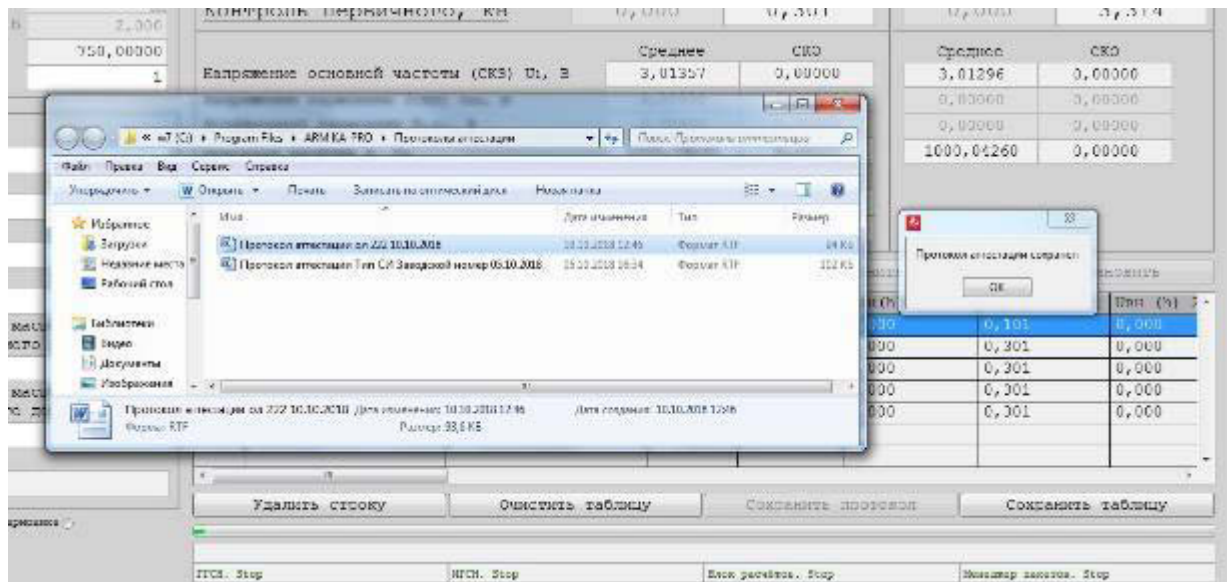
Данная область служит для индикации и сохранения результатов измерений.

Атtested	Среднее		СКО		% от номинала	
	Напряжение основной частоты (СКЗ) U_2 , В	224,637	0,078704	Гармоника	Основная	0
Основная частота f , Гц	50,0079	0,002516				
Напряжение гармоники (СКЗ) U_h , В	0	0				
Коэффициент гармоники K_h , %	0	0				
Эталонное	Среднее		СКО		Первичное U_1 , В	
	Напряжение основной частоты (СКЗ) U_2 , В	224,667	0,075672	Гармоника	Основная	0
Основная частота f , Гц	50,0079	0,002612				
Напряжение гармоники (СКЗ) U_h , В	0	0				
Коэффициент гармоники K_h , %	0	0				
Результат	Среднее		СКО		Коэффициент трансформации, ед.	
	Погрешность ϵ_u , %	-0,014	0,002	Среднее	СКО	45,4607
Угловая погрешность $\Delta\phi$, мин	-1,1	0				
Погрешность δK_h , %	0,014	0,002				

Добавить		Удалить		Очистить		Сохранить		Настройка	
Предел	K1. U_2 , СКО U_2	K1. f , Гц	Предел K2	K2. U_2 , В	СКО U_2	ϵ_u , %	$\Delta\phi$, мин		
420В	224,766 0,0507	50,01482	420В (Вход 2)	224,79141	0,05037	-0,01115	-1,09436		
420В	224,831 0,04548	50,01495	420В (Вход 2)	224,8568	0,0441	-0,01114	-1,08978		
420В	224,763 0,1101	50,00994	420В (Вход 2)	224,78874	0,11445	-0,01115	-1,07666		
420В	224,636 0,0787	50,0079	420В (Вход 2)	224,66732	0,07567	-0,01355	-1,11176		

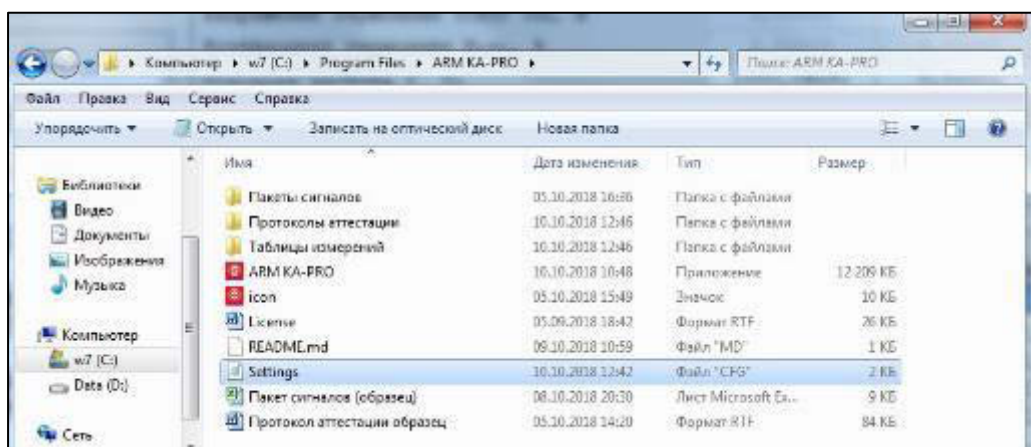
Область измерений содержит:

- индикацию **контроля первичного** напряжения/тока (индикация): в % номинала поверяемого трансформатора и в ед. изм. эталонного трансформатора:
 - «% от номинала» - это измеренное вторичное напряжение (ток) эталонного трансформатора в % от его номинального значения;
 - «первичное...» - это измеренное вторичное напряжение (ток) эталонного трансформатора, умноженное на его номинальный коэффициент преобразования;
 - «Коэффициент трансформации» - это измеренный коэффициент преобразования поверяемого трансформатора;
- индикацию показаний прибора по выбранным измерительным входам;
- индикацию показаний прибора «Результат» по определению погрешностей;
- панель с кнопками управления редактированием таблицы результатов и регистрацией результатов измерений.

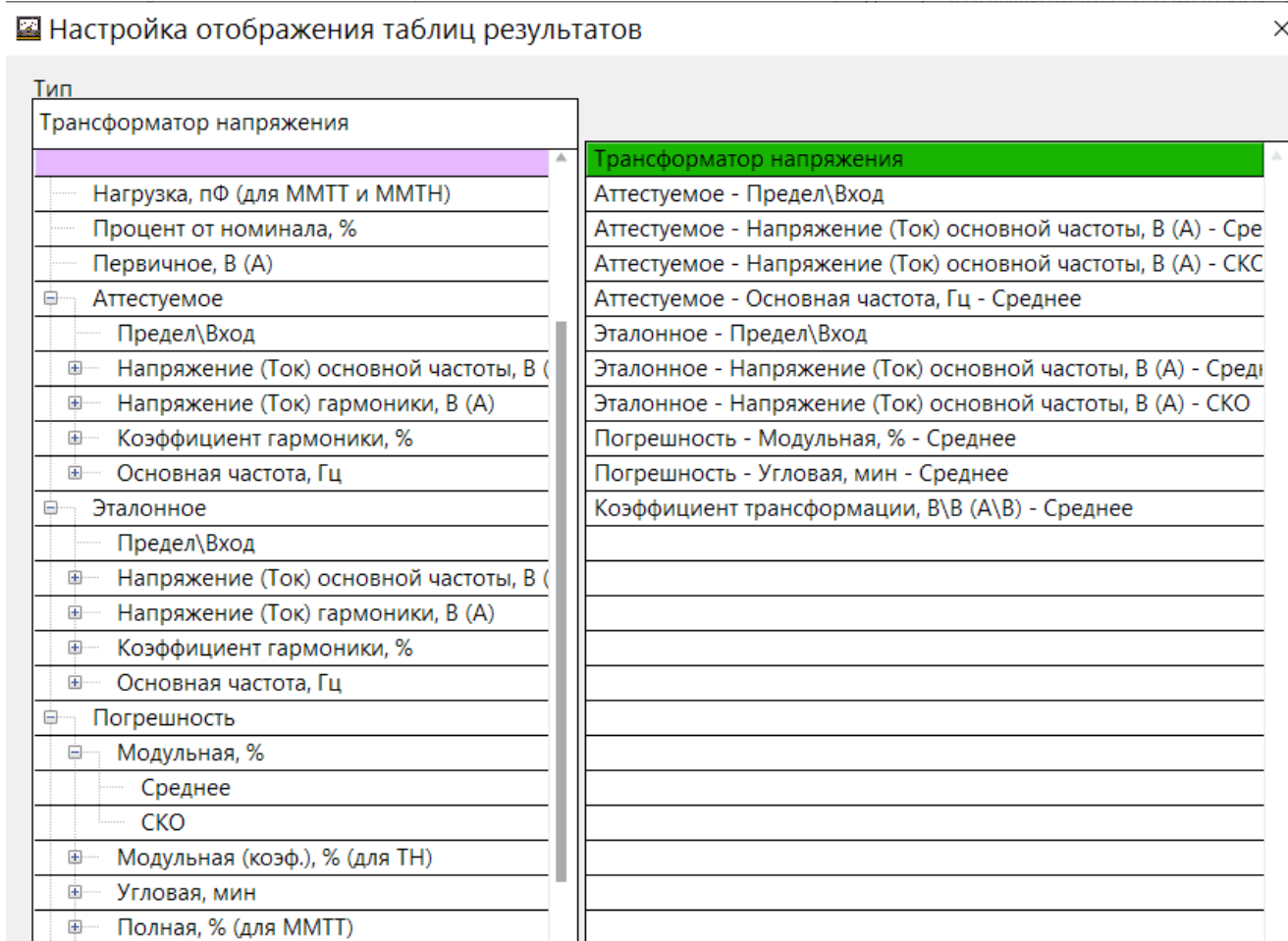


По умолчанию формат имени файла протокола – [Протокол аттестации Тип СИ Заводской номер Дата.rtf], где поля Тип СИ; Заводской номер; Дата заполняются фактическими данными, введенными пользователем в меню «Данные СИ» до формирования протокола, а также текущая системная дата ПК.

По умолчанию формат имени файла электронной таблицы – [Таблица измерений Тип СИ Заводской номер Дата.xlsx], где поля Тип СИ; Заводской номер; Дата заполняются фактическими данными, введенными пользователем в меню «Данные СИ» до формирования протокола, а также текущая системная дата ПК.



По кнопке «НАСТРОЙКА» открывается окно для выбора параметров, которые можно получать в таблице результатов. Выбор параметра выполняется двойным щелчком кнопки мыши.



После нажатия кнопки «Запустить» в меню «МарсКомп – Параметры» на панели «Результаты» раз в 2 секунды индицируются полученные от прибора результаты, если задано «Количество измерений»=1. При других конфигурациях период обновления показаний увеличивается.

Полная погрешность ММТТ (%) определяется в соответствии с ИЕС 61869–10 (ϵ_c), а также по погрешностям на частоте основной гармоники (ϵ_{c1}). При искаженной форме сигналов эти погрешности могут существенно отличаться.

2.3.1.5 РАБОТА С ПО В РЕЖИМЕ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ

Операции для автоматической последовательности

Для автоматического управления процессом установки компаратора, внесения данных, измерений и сохранения результатов можно создавать файлы последовательности операций.

Последовательность набирается из операций.

Кнопки для редактирования последовательности и запуска исполнения текущей

последовательности операций:

- добавить строку (операцию)
- добавить заголовок папки с операциями
- изменить заголовок папки
- удалить операцию
- сохранить (сохраняется в файл на ПК и доступна для чтения из пункта «Последовательности»)
- удалить все операции
- запустить одну операцию
- запустить выполнение последовательности
- очистить окно сообщений об ошибках



Доступные Операции для создания последовательностей

МарсКомп – управление калибратором.

Параметры подключения

Адрес прибора	% <input type="text" value="COM7"/>
Скорость обмена	<input type="text" value="115200"/>
Таймаут, мс	<input type="text" value="3000"/>

Автоматический поиск и подключение

Параметры измерений

Количество измерений	<input type="text" value="1"/>
Точек усреднения	<input type="text" value="3"/>
Режим измерения	<input type="text" value="Основная частота"/>
Порядок гармоники	<input type="text" value="1"/>

Предел\Вход

Аттестуемое	Эталонное
<input type="text" value="60В (Вход 5)"/>	<input type="text" value="420В (Вход 2)"/>

Данные СИ:

Вид трансформатора

Поверяемый ТН		
Номинальное первичное напряжение,		
10000,00000	В	*√3
Номинальное вторичное напряжение,		
2,20000	В	*√3

Поверяемый ММТН		
Номинальное первичное напряжение,		
10000,00000	В	*√3
Номинальное вторичное напряжение,		
4,00000	В	*√3

Поверяемый ММТТ		
Номинальный первичный ток,		
100,00000	А	
Номинальное вторичное напряжение,		
150,00000	мВ	

Результаты измерений

Доступны операции

- Результаты измерений
 - 1. Сохранить протокол
 - 2. Сохранить таблицу
 - 3. Сохранить калибровку
 - 4. Очистить текущие результаты

Уведомление

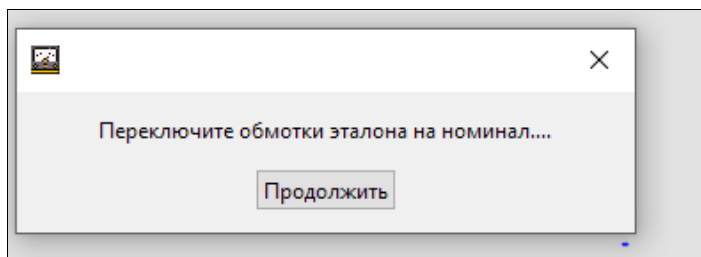
Доступна операция вывода подготовленного текстового сообщения, предназначенного для оператора, например:

<p>Переключите обмотки эталона на номинал. . . .</p>
<p>Таймаут ожидания (сек) <input type="text" value="-1"/></p> <p>Оставьте -1 для бесконечного ожидания ответа пользователя</p>

Через заданное время «Таймаут ожидания» выполнение последовательности операций продолжится автоматически.

Если задано время «-1», то сообщение останется на экране, а последовательность будет

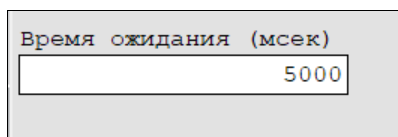
стоят на паузе, до тех пор, пока оператор не нажмет кнопку «Продолжить» в окне уведомления.



Ожидание

Операция задает длительность паузы между двумя операциями.

Например, для завершения переключения пределов по току в компараторе требуется задержка около 1500 мс. После запуска операции «Установка пределов...» следует вставить операцию «Добавить задержку» перед началом операции «Измерение».



2.3.1.6 Аттестация измерительных ТН

Аттестация АЧХ и ФЧХ проводится на установках Комплекса Аттестации. В установке в качестве эталонного прибора следует использовать компаратор. При работе на установках предусмотрена автоматическая установка параметров генерации сигнала.

Методика аттестации может содержать различные точки с разными значениями напряжения гармоники. Рекомендуется задавать напряжение сигнала генератора не более 4 В (RMS) во избежание перегрузок усилителя Комплекса и искажения формы сигнала.

Допускается поочередная загрузка таблиц испытательных сигналов, при этом в таблицу результатов последовательно автоматически вносятся результаты по всем загружаемым таблицам испытательных сигналов.

Формирование протокола аттестации.

Протокол аттестации формируется на основе:

- таблицы с результатами аттестации из области «Измерения»,
- «Данные СИ»,
- «Данные аттестации».



По нажатию кнопки «Сохранить протокол» программа отображает окно проводника, где выделен файл сохраненного протокола и место сохранения. По умолчанию протокол сохраняется в рабочей папке программы в подпапке «\Протоколы аттестации\». Сформированный протокол аттестации может быть выведен на печать. Сохранённый файл протокола в дальнейшем можно загрузить для просмотра и редактирования в соответствующем офисном приложении. Образец протокола представлен в приложении А.1.

2.3.2 Управление работой компаратора с помощью клавиатуры

ВНИМАНИЕ. При работе компаратора под управлением с помощью клавиатуры обеспечивается выполнение только части измерений.

2.3.2.1 Интерфейс оператора

Интерфейс оператора компаратор представляет собой набор вложенных меню, перемещение по которым осуществляется с помощью клавиш "ENT", "ESC", ↓, ↑, ←, →.

Назначение клавиш управления.

Клавиша	Выполняемая функция
0...9	Ввод цифровых величин.
↓↑	Передвижение курсора вверх-вниз по пунктам меню и при вводе цифровых величин.
←→	Передвижение курсора влево и вправо по пунктам меню и при вводе цифровых величин.
`ENT`	Вход в выбранный пункт меню; ввод данных; запуск выбранного режима.
`ESC`	"Возврат"; выход из режима; выход из текущего меню на меню более высокого уровня.
`F`	Переход в режим установки пределов измерения.

Независимо от того, в каком из пунктов меню находится, в верхней строке дисплея всегда отображаются текущие дата и время, а в нижней - пределы измерений для всех входов. Компаратор может иметь различные комбинации пределов измерения по измерительным каналам "K1", "K2" в зависимости от используемого входа. Изменение пределов измерения возможно через меню "Настройки". Кроме того, оперативное изменение пределов измерения в большинстве случаев возможно с помощью "горячей" клавиши "F".

Главное меню (рисунок 3.2) состоит из пунктов, реализующих различные режимы работы компаратора и установку его настроек.

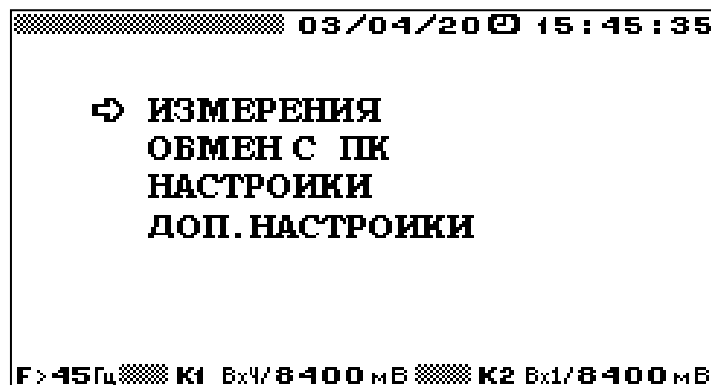


Рисунок 3.2 - Главное меню

Перемещение по пунктам главного меню осуществляется с помощью клавиш ↓ и ↑. Для входа в выбранный пункт меню необходимо нажать клавишу "ENT".

Примечание. Интерфейс оператора может изменяться в части порядка отображения информации, данные изменения не влияют на технические и метрологические характеристики.

2.3.2.2 Настройки

Меню "Настройки" состоит из 6 пунктов (рисунок 3.3)

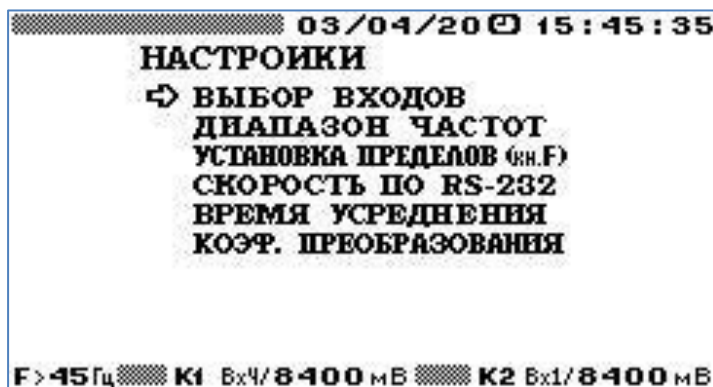


Рисунок 3.3 - Меню "Настройки"

В каждом из пунктов меню "Настройки" доступны для корректировки различные параметры. Перемещение по пунктам меню осуществляется с помощью клавиш \downarrow и \uparrow . Для входа в выбранный пункт меню необходимо нажать клавишу "ENT", для возврата в главное меню - клавишу "ESC".

Выбор входов

Компаратор имеет 7 входов. Из них: входы с 1 по 3 могут подключаться к измерительному каналу "K2" (эталон), а входы с 4 по 7 - к измерительному каналу "K1". В меню "Настройки" предоставляется возможность выбора комбинации рабочих входов компаратора по каждому из двух каналов измерений (рисунок 3.4).

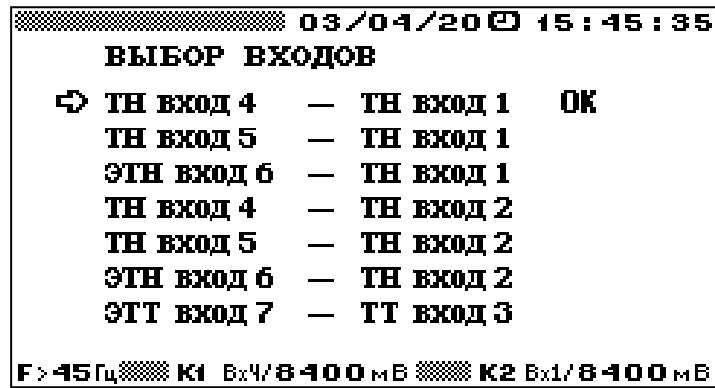


Рисунок 3.4 - Меню установки рабочих входов по каналам

Для возврата в меню "Настройки" необходимо нажать "ESC".

Установка пределов

Выбор пункта меню настроек "Установка пределов" предоставляет возможность выбора канала (рисунок 3.5), а затем - предела измерения отдельно по выбранному из 2 каналов (рисунки 3.6 и 3.7).

При включении компаратора по всем каналам устанавливаются наибольший из возможных пределов измерения для всех входов.

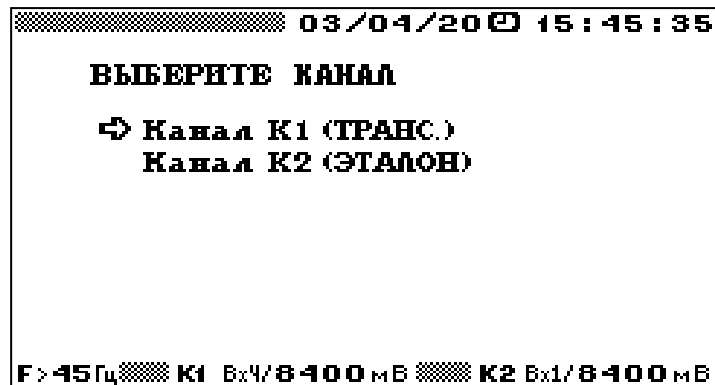


Рисунок 3.5 - Меню выбора канала для установки предела

В зависимости от выбранного входа может быть установлен один из пределов измерения по каждому измерительному каналу отдельно:

- Входы 2 и 7 – 840; 420; 120 и 60 В действующее значение (RMS);
- Входы 1, 4, 6, 7 – 8400; 4200; 1000; 500; 100; 50; 10; 5 мВ действующее значение (RMS);
- Вход 3 – 0,1; 0,5; 1; 5; 10А.



Рисунок 3.6- Меню выбора предела для канала K1



Рисунок 3.7- Меню выбора предела для канала K2

Для возврата в меню "Настройки" необходимо нажать "ESC".

Текущие пределы постоянно отображаются в служебной (нижней) строке дисплея.

При превышении измеренным значением напряжения установленного предела происходит переход на максимальный предел измерений. При понижении измеряемых значений напряжения, перехода на более низкий предел измерений не происходит.

Время усреднения

В этом режиме предоставляется возможность установить время усреднения значений измеряемых параметров.

В группе режимов "Измерения", за исключением режима "Форма сигнала", возможна установка следующих значений времени усреднения: 1,25 с, 2,5 с, 5 с, 10 с. Выбор нужного значения времени усреднения осуществляется с помощью клавиш \downarrow , \uparrow и "ENT". Напротив выбранного значения времени усреднения появляется сообщение "OK". По умолчанию

выбрано время усреднения 1.25 с. Для возврата в меню "Настройки" необходимо нажать клавишу "ESC".

Диапазон частот

При выборе пункта «Диапазон частот» на дисплее отображается подменю выбора частотного диапазона измерений (рисунок 3.8).

Для измерений субгармоник используется только диапазон 15...800 Гц. Для измерений сигналов при поверке трансформаторов с основной частотой 50 (60 или 400) Гц, параметров сигналов на частотах выше 45 Гц и гармоник от 1 до 50 используется только диапазон 45...2500 Гц.

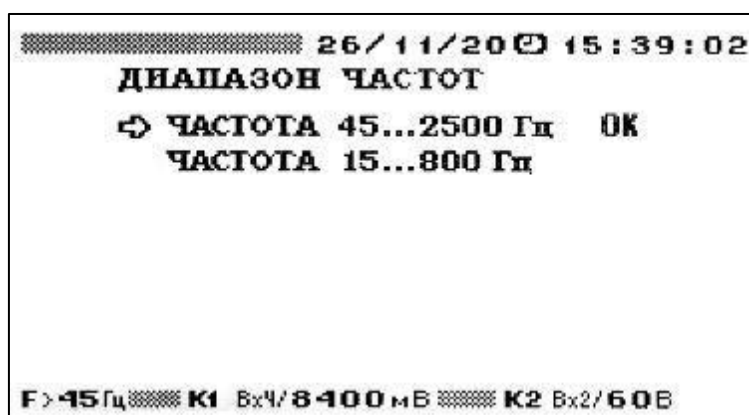


Рисунок 3.8– Меню выбора Диапазона частот.

Скорость обмена по интерфейсу RS-232

В режиме "СКОРОСТЬ ПО RS-232" предоставляется возможность выбора значения скорости обмена с ПК по последовательному интерфейсу.

Возможна установка следующих значений скорости:

- 115200 бит/с,
- 38400 бит/с,
- 19200 бит/с,
- 9600 бит/с.

Выбор нужного значения осуществляется с помощью клавиш "↓", "↑" и "ENT".

Справа от выбранного значения скорости обмена появляется сообщение "OK".

По умолчанию выбрано значение 19200 бит/с.

Установка коэффициентов преобразования ТТ (ММТТ) и ТН (ММТН)

В данном подпункте меню (рисунок 3.8.а) предоставляется возможность ввода значения коэффициента преобразования по каждому из двух каналов измерений. Установленные коэффициенты преобразования поверяемого и эталонного трансформаторов применяются для определения погрешности ТТ (ММТТ) или ТН (ММТН).

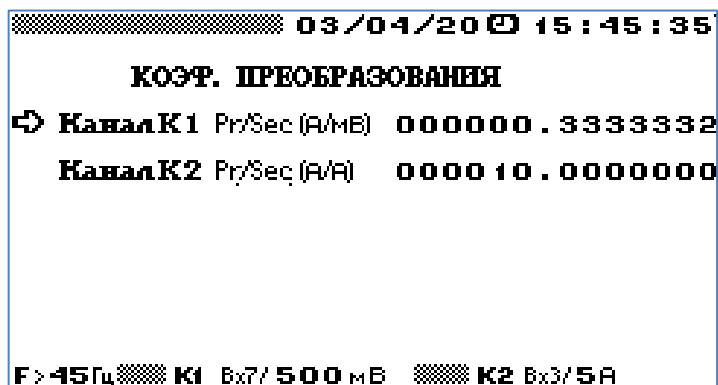


Рисунок 3.8.а – Окно для ввода значения коэффициента преобразования

2.3.2.3 Измерения

При выборе пункта меню «Измерения» при выбранном диапазоне "15...800 Гц " на дисплее отображается подменю выбора режима измерений (рисунок 3.9).

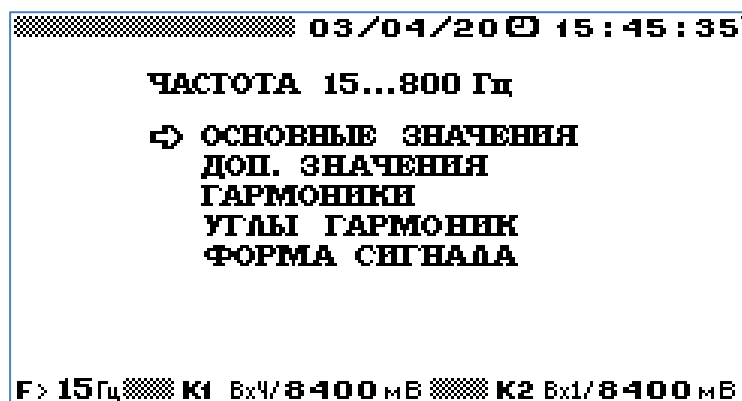


Рисунок 3.9 - Меню режима измерения

При выборе диапазона "45...2500 Гц ", на дисплее отображается подменю выбора режима измерений (рисунок 3.10).

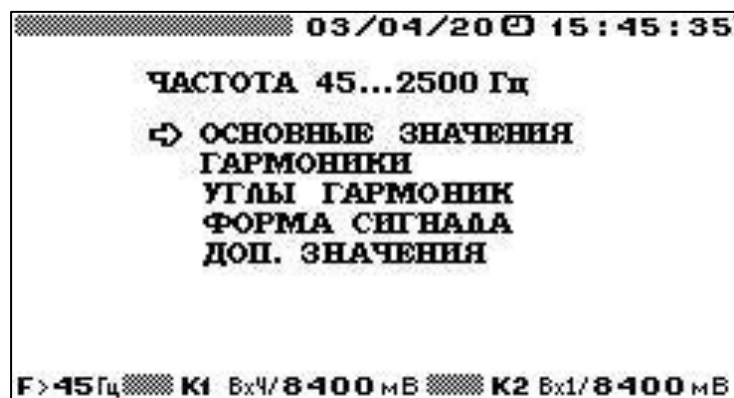


Рисунок 3.10 - Меню режима измерения

Подменю "Измерения" состоит из пунктов, в каждом из которых доступны для наблюдения различные параметры: напряжения, гармоники, углы, форма сигналов. Перемещение по пунктам меню "Измерения" осуществляется с помощью клавиш ↓ и ↑. Для входа в выбранный пункт меню и активизации процесса измерений необходимо нажать клавишу "ENT", для возврата в главное меню - клавишу "ESC".

В каждом из пунктов меню "Измерения" (кроме пункта "Форма сигнала") на дисплее отображаются текущие значения, рассчитанные в реальном времени. Информация на дисплее

обновляется с периодом, соответствующим времени усреднения, которое установлено в пункте "Время усреднения" меню "Настройки", за исключением режима "Форма сигнала" (см. п.3.).

В левой части верхней строки дисплея отображаются линейка процесса, соответствующая времени усреднения (при усреднении 1,25 секунд бегущая строка отсутствует).

Работа в режиме "Основные значения"

В данном режиме выполняются измерения по каждому каналу синусоидального сигнала.

В окне «Основные значения» для наблюдения доступен один экран, на котором отображаются (рисунок 3.11) измеренные по каналам "К1" и "К2" действующие значения напряжений (токов), их частоты и значение угла между основными гармониками двух сигналов. Для оценки искажения синусоидальности сигнала индицируется действующее значение основной (1-й) гармоники сигнала.

03/04/2015 15:45:35		
ОСНОВНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ		
	К1 (ТРАНС.)	К2 (ЭТАЛОН)
	ЭТТ ВХОД 7	ТТ ВХОД 3
Действующее	.000000 мВ	.000000 А
Действ 1 гарм	.000000 мВ	.000000 А
Частота	0.000 Гц	0.000 Гц
Разность фаз	0.000 °	
F > 45 Гц K1 Вх7/500 мВ K2 Вх3/5 А		

Рисунок 3.11- Режим Основные значения

Для возврата из режима "Основные значения" в меню "Измерения" необходимо нажать клавишу "ESC".

Работа в режиме «Гармоники»

В режиме «Гармоники» возможна работа компаратора при частоте гармоники в выбранном ранее одном из двух диапазонов: от 45 до 2500 Гц или от 15 до 800 Гц.

В режиме «Гармоники» - «45...2500 Гц» на дисплее отображаются (рисунки 3.12) измеренные для двух каналов значения параметров композитных сигналов напряжения сложной формы:

- действующее значение первой гармоники напряжения $RMS2_{(1)}$ (в диапазоне частот от 45 до 55 Гц),
- частота первой гармоники (в диапазоне от 45 до 55 Гц),
- суммарный коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения K_{U2} ,
- коэффициенты гармоник напряжения (%) с 1 по 50.

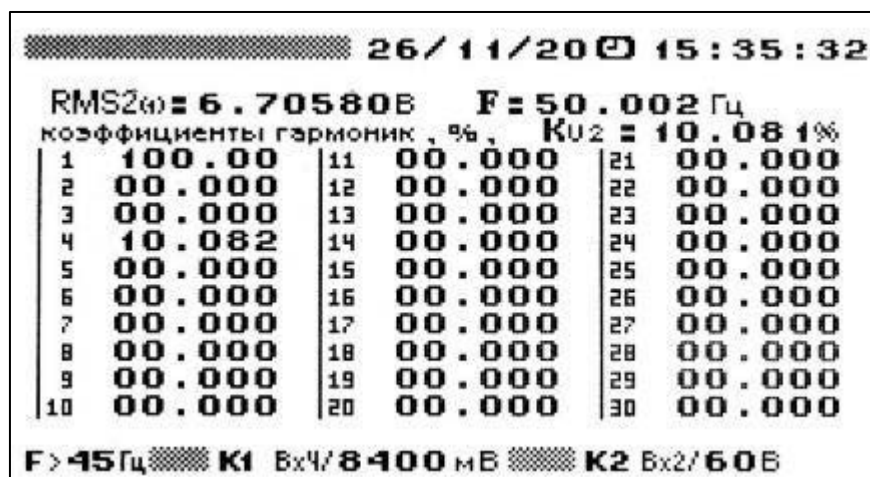


Рисунок 3.12- Режим отображения гармонических составляющих напряжения канала K2

В режиме "Гармоники" доступны для наблюдения по 2 экрану отдельно для напряжений по каналам "K1" и "K2". Переход между каналами осуществляется по циклу клавишами \leftarrow , \rightarrow . Для просмотра экранов с гармониками с 31 по 50 используются клавиши $\downarrow\uparrow$.

Для возврата из режима "Гармоники" в меню "Измерения" необходимо нажать клавишу "ESC".

Примечание. При действующих значениях напряжений менее 1% от номинала в режиме "Гармоники" параметры не рассчитываются (отображаются нулевые значения).

В режиме «Гармоники» - «15...800 Гц» на дисплее отображаются (рисунки 3.13) измеренные для двух каналов значения параметров композитных сигналов напряжения сложной формы:

- действующее значение первой гармоники напряжения (в диапазоне частот от 45 до 55 Гц),
- частота первой гармоники (в диапазоне от 45 до 55 Гц),
- суммарный коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения,
- коэффициенты гармоник (субгармоник) напряжения с 0,3 по 15.



Рисунок 3.13- Режим отображения субгармонических составляющих напряжения

Для возврата из режима "Гармоники" в меню "Измерения" необходимо нажать клавишу "ESC".

Примечание. При действующих значениях напряжений менее 1% от номинала в режиме `Гармоники` параметры не рассчитываются (отображаются нулевые значения).

Работа в режиме «Углы гармоник»

В режиме «45...2500 Гц» Углы гармоник " возможна работа компаратора только при частоте основной гармоники входного напряжения в диапазоне от 45 до 55 Гц.

На дисплее отображаются углы фазового сдвига (град.) между парами гармонических составляющих одного порядка (с 1 по 50) композитных сигналов напряжения сложной формы по каналам "К1" и "К2" (рисунок 3.14).



Рисунок 3.14

Для экранов с гармониками порядков с 31 по 50 используются клавиши ↓↑

В режиме «15...800 Гц» - " Углы гармоник " на дисплее отображаются углы (в град.) фазового сдвига между парами гармонических составляющих одного порядка с 0,3 по 15 композитных сигналов напряжения сложной формы по каналам "К1" и "К2" (рисунок 3.15).



Рисунок 3.15

Работа в режиме "Форма сигнала"

На дисплее отображаются формы сигналов по каналам "К1" и "К2" (рисунок 3.16). При нажатии клавиш "1", "2" происходит отображение/скрытие форм сигналов K₁, K₂, соответственно. Кроме форм сигналов в данном режиме в правой части дисплея показываются действующие значения отображаемых сигналов.

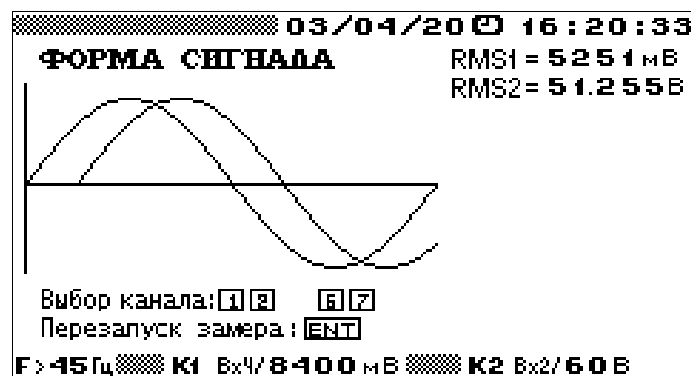


Рисунок 3.16 - Режим отображения формы сигнала

Формы сигналов и действующие значения, отображаемые в данном режиме, соответствуют значениям входных сигналов в момент входа в этот режим. Для обновления отображаемых значений и форм необходимо произвести перезапуск измерений, нажав клавишу "ENT".

Для выхода из режима "Форма сигнала" необходимо нажать клавишу "ESC".

Работа в режиме "Дополнительные значения"

В данном режиме при поверке трансформаторов индицируются следующие установленные и расчетные значения:

- действующие значения сигналов основной частоты, поступающих на измерительные входы компаратора;
- угловая погрешность трансформатора (обозначено как «разность фаз»);
- погрешность тока или напряжения относительная, ε , %;
- для входов 3 и 7 – полная погрешность ММТТ (%) и действующее значение разности сигналов тока по двум каналам К1 и К2, полученной из двух массивов мгновенных значений в соответствии с IЕС 61869–10 (обозначено как «дельта»);
- установленные коэффициенты преобразования поверяемого и эталонного трансформаторов, применяемые для определения погрешностей (устанавливаются или в ПО, или в ВПО).

03/04/2015 15:45:35		
ДОП. ЗНАЧЕНИЯ		
	К1 (ТРАНС.)	К2 (ЭТАЛОН)
	ЭТТ ВХОД 7	ТТ ВХОД 3
Действ 1 гарм.	.000000 мВ	.000000 А
Разность фаз	0.00000°	
Погрешность	0.000%	
Полная погреш	0.000% ($\Delta = .000000$ А)	
КОЭФФИЦИЕНТЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ		
Канал К1 Pr/Sec (А/мВ)	000000.3333332	
Канал К2 Pr/Sec (А/А)	000010.0000000	
F>45Гц К1 Вх7/ 500 мВ К2 Вх3/ 5А		

"Дополнительные значения" в режиме поверки трансформаторов тока

03/04/2015 15:45:35		
ДОП. ЗНАЧЕНИЯ		
	К1 (ТРАНС.)	К2 (ЭТАЛОН)
	ЭТН ВХОД 6	ТН ВХОД 2
Действ 1 гарм.	.000000 мВ	.000000 В
Разность фаз	0.00000°	
Погрешность	0.000%	
КОЭФФИЦИЕНТЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ		
Канал К1 Pr/Sec (В/В)	010000.0000000	
Канал К2 Pr/Sec (В/В)	000100.0000000	
F>45Гц К1 Вх6/ 1000 мВ К2 Вх2/ 60 В		

"Дополнительные значения" в режиме поверки трансформаторов напряжения

2.3.2.4 Дополнительные настройки

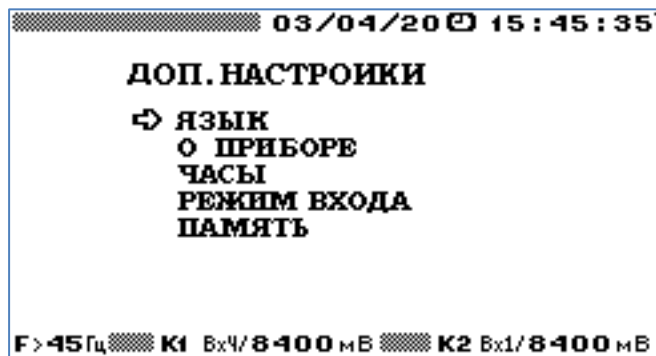


Рисунок 3.17– «Дополнительные настройки»

В режиме "Язык" (рисунок 3.18) предоставляется возможность установить язык отображения информации на графическом дисплее Компаратора. Выбор нужного языка осуществляется с помощью клавиш ↓, ↑ и "ENT". Напротив выбранного значения появляется сообщение "OK" и происходит смена языка отображения информации на графическом дисплее.

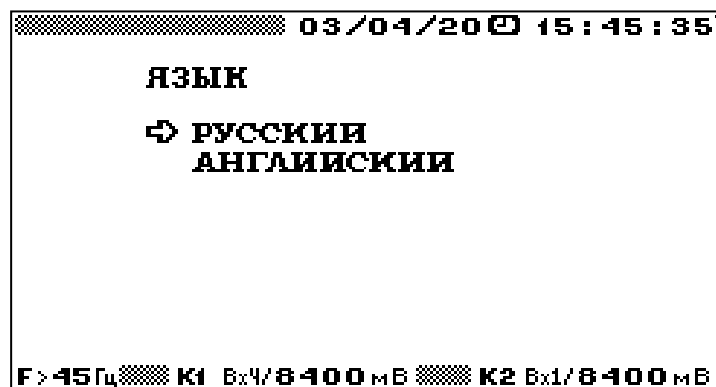


Рисунок 3.18

Для возврата в меню "ДОП. НАСТРОЙКИ" необходимо нажать клавишу "ESC".

Окно "О ПРИБОРЕ" (рисунок 3.19) используется при проверке и обеспечивает возможность произвести идентификацию Компаратора и ВПО.



Рисунок 3.19

На дисплее индицируются следующие данные:

- **ВЕРСИЯ ВПО** (номер версии ВПО),
- **КС МЗ ВПО** (контрольная сумма метрологически значимой части ВПО),
- **КС ВПО** (контрольная сумма ВПО),
- **xxx.xx.xxx** (идентификационный номер Компаратора).

В режиме "**ЧАСЫ**" (рисунок 3.20) доступны два пункта меню: "**УСТАНОВКА ЧАСОВ**" и "**ПОВЕРКА ЧАСОВ**".

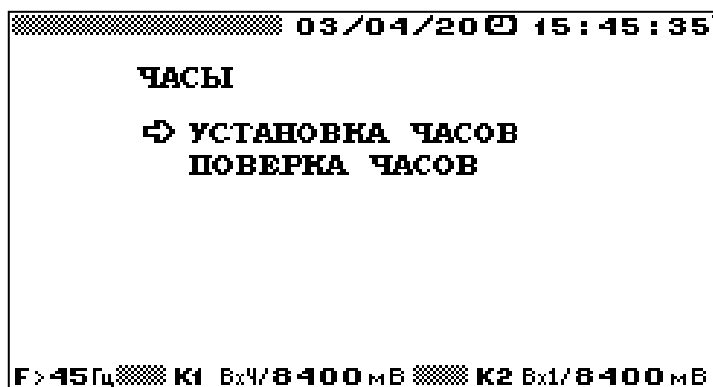


Рисунок 3.20

В режиме "**УСТАНОВКА ЧАСОВ**" (рисунок 3.21) возможно изменение, текущих даты и времени. Для этого необходимо с помощью цифровой клавиатуры ввести нужные значения и нажать клавишу "ENT", после чего произойдет возврат в меню "**ДОП. НАСТРОЙКИ**" и новые значения даты и времени появятся в верхней строке дисплея. Для возврата в меню "**ДОП. НАСТРОЙКИ**" без изменения значений даты и времени необходимо нажать клавишу "ESC".

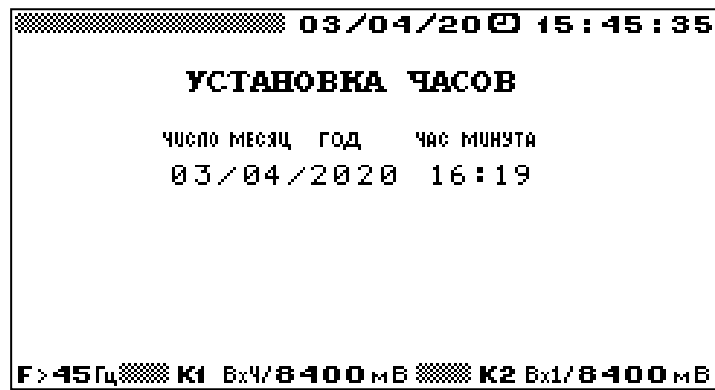


Рисунок 3.21

Режим **"ПОВЕРКА ЧАСОВ"** используется при поверке Компаратора. В этом режиме на дисплее отображаются текущие значения даты и времени (рисунок 3.22), а на частотный выход Компаратора выдаются импульсы с периодом одна секунда.

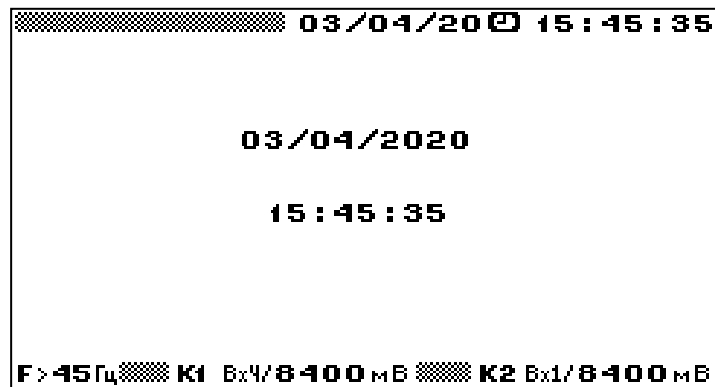


Рисунок 3.22

Окно **"РЕЖИМ ВХОДА"** (рисунок 3.23) обеспечивает возможность произвести выбор способа загрузки компаратора при включении: либо с входом в ГЛАВНОЕ МЕНЮ, либо с входом в режим ОБМЕНА ПО RS-232 (при этом для подключения к ПК вмешательство оператора не требуется). При выключении компаратора настройка режима входа сохраняется.

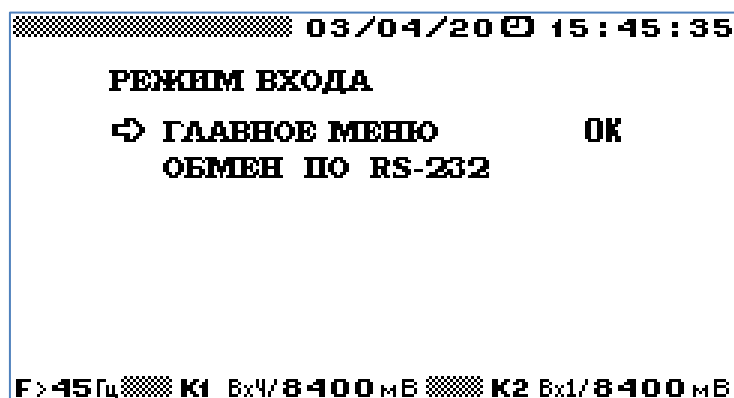


Рисунок 3.23

3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

3.1 Общие указания

Техническое обслуживание производится с целью обеспечения бесперебойной работы, поддержания эксплуатационной надежности и повышения эффективности использования компаратор.

3.2 Меры безопасности

При проведении технического обслуживания необходимо соблюдать меры безопасности, приведенные в разделе 2 настоящего РЭ.

3.3 Порядок технического обслуживания изделия

Текущее техническое обслуживание заключается в выполнении операций самотестирования, очистке рабочих поверхностей клавиатуры и дисплея, очистке контактов соединителей в случае появления на них окисных пленок и проверке их крепления.

3.4 Перечень возможных неисправностей и способы их устранения.

Неисправность	Способ устранения
Не подается питание.	Проверить подключение кабелей питания Заменить предохранители
Отсутствует связь с ПК.	Проверить настройки СОМ-портов ПК Проверить кабель.
На дисплее появляется сообщение об ошибке	Обратитесь к изготовителю

4 ХРАНЕНИЕ

Условия хранения Компаратора соответствуют условиям хранения 3 ГОСТ 15150-69.

Длительное хранение Компаратора должно осуществляться в упаковке предприятия-изготовителя в отапливаемом хранилище.

Условия хранения в упаковке: температура окружающего воздуха от 0 до 40 °С, относительная влажность 80% при температуре 35 °С

Условия хранения Компаратора без упаковки: температура окружающего воздуха от 10 до 35 °С, относительная влажность 80% при температуре 25 °С

В помещениях для хранения содержание пыли, паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию не должно превышать содержание коррозионно-активных агентов для атмосферы типа 1 по ГОСТ 15150-69.

5 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

Транспортирование Компаратора должно производиться в упаковке, только в закрытом транспорте (железнодорожным или автомобильным транспортом с защитой от атмосферных осадков, воздушным транспортом в отапливаемых герметизированных отсеках).

Условия транспортирования: температура окружающего воздуха от минус 50 °С до плюс 50 °С, относительная влажность 95% при температуре 25 °С, транспортная тряска по группе 2 ГОСТ 22261.

Приложение А.1 (рекомендуемое)*Организация, проводившая аттестацию***ПРОТОКОЛ АТТЕСТАЦИИ
трансформатора напряжения**Тип **Ол-10**Зав. № **123**Класс точности **0.50**Предприятие-изготовитель **СЗТТ**Номинальное первичное напряжение, **10**, кВНоминальный коэффициент масштабного преобразования напряжения, **Ku** 100Номинальная частота **50**, ГцНоминальная мощность нагрузки **200**, ВАМесто установки **МЭ**Владелец **МЭ**Дата изготовления **2018** годЭталонные средства поверки:

Прибор сравнения: Марскомп К-1000 № _____

Делитель: **ДН-200** № **1**Класс точности **1,00**Номинальное первичное напряжение, **110**, кВНоминальный коэффициент масштабного преобразования напряжения, **Ku** **1100**

Условия поверки:

Температура окружающей среды **25**, °СВлажность воздуха **60**, %Атмосферное давление **736**, мм.рт.ст.Частота питания сети **50**, ГцКоэффициент искажения
синусоидальности **0.00**, %Напряжение питания сети **220**, В

Внешний осмотр

соответствует, не соответствует

Определение погрешностей

Фаза	Мощность нагрузки, %	Порядок гармоники (субгармоники), h	Напряжение (RMS) основной частоты $U_2/U_{ном2}$, %	$\delta_{Кн}$, %	$\Delta_{\phiи}$, мин
		1,0	5,192	8,169	-85,764
		5,0	5,169	12,185	-57,458
		10,0	5,175	12,896	-50,355
		15,0	5,163	13,196	-49,603
		20,0	5,178	13,415	-52,493
		25,0	5,198	13,636	-56,773
		30,0	5,202	13,891	-61,344
		35,0	5,201	14,122	-66,091
		40,0	5,211	14,458	-70,842
		45,0	5,214	14,780	-75,373
		50,0	5,209	15,201	-79,839

Дополнительные результаты измерений представлены в приложении А к настоящему протоколу (файл C:\Program Files (x86)\Таблицы измерений\Таблица измерений ол-10 123 09.10.2018.xlsx).

Заключение _____

годен, не годен

Испытатель _____
подпись

_____ Фамилия Имя Отчество _____
расшифровка дата

Приложение А.2 (рекомендуемое)*Организация, проводившая поверку***ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ**

трансформатора напряжения маломощного (рекомендуемая форма)

Тип **SCV**Зав. № **123**Класс точности **0.50**Предприятие-изготовитель **ЭЭЭ**Номинальное первичное напряжение, **10**, кВНоминальный коэффициент преобразования напряжения, Кдн (1/Ки) **110** мВ/кВНоминальная частота **50**, ГцНоминальная нагрузка **1**, МОм **0.034** нФМесто установки **МЭ**Владелец **МЭ**Дата изготовления **2018** годЭталонные средства поверки:

Прибор сравнения: Марскомп К-1000 № _____

Трансформатор: **NVRD-35** № _____Класс точности **0.01**Номинальное первичное напряжение, **10**, кВНоминальный коэффициент масштабного преобразования напряжения, Ки **100**Условия поверки:Температура окружающей среды **25**, °СВлажность воздуха **60**, %Атмосферное давление **736**, мм.рт.ст.Частота питания сети **50**, ГцКоэффициент искажения
синусоидальности **0.00**, %Напряжение питания сети **230**, ВВнешний осмотр

соответствует, не соответствует

Результаты определения погрешностей

Фаза	Напряжение (RMS) основной частоты $U_2/U_{ном2}, \%$	$\delta_{Кл}, \%$	$\Delta_{\phiи}, \text{МИН}$
А	5	1	30
	80	0,3	8
	100	0,1	5
	120	0,12	8
	190	0,5	20
В	5	1	30
	80	0,3	8
	100	0,1	5
	120	0,12	8
	190	0,5	20
С	5	1	30
	80	0,3	8
	100	0,1	5
	120	0,12	8
	190	0,5	20

Дополнительные результаты измерений представлены в приложении А к настоящему протоколу (файл C:\Program Files (x86)\Таблицы измерений\Таблица измерений 123 09.10.2018.xlsx).

Заключение _____

_____ годен, не годен

Испытатель _____ Фамилия Имя Отчество _____
 подпись расшифровка дата

Приложение А.3 (рекомендуемое)*Организация, проводившая поверку***ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ**

трансформатора тока маломощного (рекомендуемая форма)

Тип **SCV**Зав. № **123**Класс точности **0.5S**Предприятие-изготовитель **ЭЭЭ**Номинальный первичный ток, **50**, АНоминальный коэффициент преобразования, Кдт (1/Ки) **3** мВ/АНоминальная частота **50**, ГцНоминальная нагрузка **1**, МОм **0.034** нФМесто установки **МЭ**Владелец **МЭ**Дата изготовления **2018** годЭталонные средства поверки:

Прибор сравнения: Марскомп К-1000 № _____

Трансформатор: ТТИ-5000.51 № _____Класс точности **0,05**Номинальный первичный ток, **50**, АНоминальный коэффициент масштабного преобразования напряжения, Ки **10**Условия поверки:Температура окружающей среды **25**, °СВлажность воздуха **60**, %Атмосферное давление **736**, мм.рт.ст.Частота питания сети **50**, ГцКоэффициент искажения
синусоидальности **0.00**, %Напряжение питания сети **220**, ВВнешний осмотр

соответствует, не соответствует

Результаты определения погрешностей

Фаза	Ток (RMS) основной частоты $I_2/I_{ном2}$, %	Δ_f , %	$\Delta_{фи}$, мин	Полная, %
А	1	1,2	30	-
	5	0,8	8	-
	20	0,1	5	-
	100	0,12	8	-
	2000	1,5	20	
В	1	1,1	30	-
	5	0,3	8	-
	20	0,1	5	-
	100	0,12	8	-
	2000	1,5	20	
С	1	1,3	30	-
	5	0,3	8	-
	20	0,1	5	-
	100	0,12	8	-
	2000	1,5	20	

Дополнительные результаты измерений представлены в приложении А к настоящему протоколу (файл C:\Program Files (x86)\Таблицы измерений\Таблица измерений 123 09.10.2018.xlsx).

Заключение _____

годен, не годен

Испытатель _____ Фамилия Имя Отчество _____
 подпись расшифровка дата

Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (стр.) в документе	№ док.	Входящий № сопроводительного документа	Подпись	Дата
	измененных	замененных	Новых	аннулированных					