

ОКПД2 27.12.31  
ТН ВЭД ЕАЭС 8537 10 100 0



# **Установка поверочная универсальная «УППУ-МЭ 3.1КМ-С»**

**Руководство по эксплуатации**

(с изменением 5)

МС2.702.500 РЭ

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>1 Требования безопасности</b> .....	<b>3</b>
<b>2 Описание Установки</b> .....	<b>3</b>
2.1 Назначение.....	3
2.2 Условия эксплуатации .....	4
2.3 Состав .....	5
2.4 Технические характеристики.....	9
2.5 Устройство и работа установки .....	28
2.5.1 Принцип работы.....	28
2.5.2 Блок коммутации «БК-3.1» .....	29
2.5.3 Делитель напряжения индуктивный (ДНИ-3.1).....	30
2.5.4 Генератор «Энергоформа-3.1».....	31
2.5.5 Эталонный прибор «Энергомонитор-3.1КМ».....	32
2.5.6 Усилитель тока "УТ-3.1".....	34
2.5.7 Усилитель напряжения "УН-3.1".....	36
2.5.8 Преобразователь измерительный - калибратор ПТНЧ-МС.....	38
2.5.9 Калиброванные токовые катушки КТ.....	39
2.5.10 Блок источников испытательных сигналов постоянного тока.....	40
2.5.11 Устройство навески счетчиков трехфазное "УНСЗ" .....	43
2.5.12 Устройство для поверки шунтовых счетчиков УПШС-3.....	44
2.5.13 Преобразователь интерфейса USB-4RS232.....	46
<b>3 Подготовка Установки к работе</b> .....	<b>47</b>
3.1 Эксплуатационные ограничения.....	47
3.2 Включение Установки.....	47
<b>4 Порядок работы</b> .....	<b>48</b>
4.1 Управление Установкой «УППУ-МЭ» от ПК.....	48
4.2 Работа Установки «УППУ-МЭ» в автономном режиме .....	49
4.2.1 Интерфейс оператора генератора-синтезатора «Энергоформа-3.1».....	49
4.2.2 Режим Стандартный сигнал.....	52
4.2.3 Меню Специальные сигналы .....	52
4.2.4 Меню Установки.....	58
4.2.5 Меню библиотека сигналов.....	59
4.2.6 Управление блоком источников питания постоянного тока.....	62
<b>Техническая поддержка</b> .....	<b>66</b>
<b>Приложение А. Схемы межблочных соединений</b> .....	<b>67</b>
<b>Приложение Б. Схема подключения ПТНЧ к трехместной установке</b> .....	<b>72</b>
<b>Приложение В. Программное обеспечение</b> .....	<b>73</b>
<b>Лист регистрации изменений</b> .....	<b>76</b>

Настоящее руководство распространяется на установку поверочную универсальную «УППУ-МЭ 3.1КМ-С» (далее — установка) и содержит сведения, необходимые для ее эксплуатации. Выпускается по ТУ 4381-053-49976497-2013.

## 1 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

1.1 При работе с Установкой необходимо соблюдать требования безопасности, установленные «Межведомственными Правилами охраны труда (ТБ) при эксплуатации электроустановок».

Пояснения символа на панелях Установки



приведено в разделе 3 (подраздел «Включение Установки»).

1.2 Установка обеспечивает защиту от поражения электрическим током по ГОСТ 12.2.091, категория измерений — II, степень загрязнения — 1.

1.3 Степень защиты оболочек по ГОСТ 14254 — IP20.

1.4 Блоки, входящие в состав установки, должны быть подключены к шине защитного заземления до подключения установки к сети питания.

1.5 Если Установка внесена в помещение после пребывания при температуре окружающей среды ниже минус 20° С, она должна быть выдержана в нормальных условиях в выключенном состоянии не менее 4 часов.

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

1.6 **Внимание!** Перед началом работы с источниками постоянного тока АКПП-1133 (если они входят в комплект поставки) **обязательно** произведите их настройку в соответствии с п.4.2.6.4 настоящего руководства.

## 2 ОПИСАНИЕ УСТАНОВКИ

### 2.1 Назначение

Установки предназначены для измерения активной, реактивной, полной электрической мощности и энергии, частоты переменного тока, значений напряжения и силы тока, фазовых углов и коэффициента мощности, основных и дополнительных показателей качества электрической энергии:

- среднеквадратического значения основной гармонической составляющей напряжения ( $U_{C1}$ );
- среднеквадратического значения гармонической составляющей напряжения с частотой  $h \cdot f_1$  (порядка  $h$ ) для значений  $h$  от 2 до 50 ( $U_{Ch}$ );
- среднеквадратического значения интергармонической составляющей напряжения с частотой  $m \cdot f_1$  для значений  $m$  от 0,5 до 50,5 с дискретностью 1,0 ( $U_{Cm}$ );
- среднеквадратического значения основной гармонической составляющей тока ( $I_{C1}$ );
- среднеквадратического значения гармонической составляющей тока порядка  $h$  для значений  $h$  от 2 до 50 ( $I_{Ch}$ );
- среднеквадратического значения интергармонической составляющей тока с частотой  $m \cdot f_1$  для значений  $m$  от 0,5 до 50,5 с дискретностью 1,0 ( $I_{Cm}$ );
- угла фазового сдвига между гармониками порядка  $h$  напряжения и тока одной фазы;
- коэффициента гармонической составляющей напряжения порядка  $h$  для  $h$  от 2 до 50

- $[K_U(h)]$ ;
  - коэффициента гармонической составляющей тока порядка  $h$  для  $h$  от 2 до 50  $[K_I(h)]$ ;
  - активной электрической мощности основной гармонической составляющей ( $P_1$ );
  - реактивной электрической мощности основной гармонической составляющей ( $Q_1$ );
  - активной электрической мощности гармонической составляющей порядка  $h$  для  $h$  от 2 до 50 ( $P_{(h)}$ );
  - суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения ( $THD_U$ );
  - суммарного коэффициента гармонических составляющих тока ( $THD_I$ );
  - напряжения прямой последовательности основной частоты ( $U_1$ );
  - напряжения нулевой последовательности основной частоты ( $U_0$ );
  - напряжения обратной последовательности основной частоты ( $U_2$ );
  - коэффициента несимметрии напряжения по обратной последовательности ( $K_{2U}$ ) и по нулевой последовательности ( $K_{0U}$ );
  - тока прямой последовательности основной частоты ( $I_1$ );
  - тока нулевой последовательности основной частоты ( $I_0$ );
  - тока обратной последовательности основной частоты ( $I_2$ );
  - угол фазового сдвига между напряжением и током прямой, обратной и нулевой последовательности;
  - кратковременной дозы фликера;
  - длительности провала напряжения ( $\Delta t_n$ );
  - глубины провала напряжения ( $\delta U_n$ );
  - коэффициента временного перенапряжения ( $K_{пер U}$ );
  - длительности временного перенапряжения ( $\Delta t_{пер}$ ), а также для выполнения калибровки и поверки СИ указанных выше величин и формирования указанных величин.
- Установки применяются для комплектации поверочных (испытательных) лабораторий.

## 2.2 Условия эксплуатации

2.2.1 Области значений влияющих величин в нормальных и рабочих условиях применения приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Нормальные и рабочие условия применения

Влияющая величина	Значение (область значений)	
	нормальное	рабочее
Температура окружающего воздуха, °С	20 ±5	20 ±10
Относительная влажность воздуха, %	от 30 до 80	до 80 при 20 °С
Атмосферное давление, кПа	от 84 до 106,7	от 84 до 106,7
Частота питающей сети, Гц	от 47 до 63	от 47 до 63
Фазное напряжение питающей сети, В	220 ±22	220 ±22
Коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения питания, %	до 5	до 5

2.2.2 Рабочее помещение для установки должно быть оборудовано системой кондиционирования и очистки воздуха.

Не допускается вход в помещение в верхней одежде и без сменной обуви.

## 2.3 Состав

2.3.1 Состав Установки приведен в таблице 2.2.

Таблица 2.2

Наименование	Обозначение	Кол-во
Генератор "Энергоформа-3.1"	МС2.211.002	1 шт.
Прибор электроизмерительный эталонный многофункциональный "Энергомонитор-3.1КМ С" <sup>1)</sup>	МС3.055.026	1 шт.
Усилитель переменного тока "УТ-3.1" <sup>1)</sup>	МС2.032.101	3 шт.
Усилитель напряжения переменного тока "УН-3.1" <sup>1)</sup>	МС2.032.102	1 шт.
Блок источников испытательных сигналов постоянного тока "УТНП" <sup>2)</sup>	МС2.032.003	1 шт.
Блок коммутации "БК-3.1"	МС3.609.003	1 шт.
Стойка приборная	МС4.106.003	1 шт.
Кабель для связи по интерфейсу USB		
Прикладное программное обеспечение для ПК на CD	МС2.702.001 Д1	1 шт.
Кабель для связи по интерфейсу RS-232	МС6.705.004	2 шт.
Кабель питания	АС-102 "Евро"	1 комплект
Кабели измерительные	МС6.705.005	1 комплект
Руководство по эксплуатации	МС2.702.500 РЭ	1 экз.
Паспорт	МС2.702.500 ПС	1 экз.
Методика поверки	МС2.702.500 МП	1 экз.
Удлинитель сетевой компьютерный		1 комплект
Упаковка		1 комплект
<b>Дополнительные принадлежности: *</b>		
Преобразователь измерительный - калибратор ПТНЧ-МС	МС2.725.101 РЭ	1 шт.
Ethernet коммутатор		1 шт.
Преобразователь интерфейса "USB- 4 RS232"	МС2.008.002ПС	1шт
Катушка токовая калиброванная КТ-3-10	МС4.761.008 ПС	1 шт.
Катушка токовая калиброванная КТ-3-20	МС4.761.008 ПС	1 шт.
Катушка токовая калиброванная КТ-3-100	МС4.761.008 ПС	1 шт.
Катушка токовая калиброванная КТ-1-200	МС4.761.008 ПС	1 комплект
Катушка токовая калиброванная КТ-1-300	МС4.761.008 ПС	1 комплект
Устройство для навески счетчиков "УНСЗ" <sup>3)</sup>	МС3.621.010	1 шт.
Устройство для поверки шунтовых счетчиков УПШС-3	МС2.763.002 РЭ	1 шт.
Стол рабочий		1 шт.
Стол оператора		1 шт.
Кресло оператора		1 шт.
Компьютер типа IBM PC		1 шт.
Трехфазный индуктивный делитель 1:10, 1:100 "ДНИ-3.1"	МС2.727.501	1 шт.
Принтер лазерный		1 шт.
Примечания:		
1) Модификация устройств определяется модификацией Установки;		
2) Устройство поставляется только для модификации "УППУ-МЭ 3.1КМ-С-ХХД";		
3) Модификация и комплектность "УНСЗ" - в соответствии с договором поставки.		
* Дополнительные принадлежности поставляются в соответствии с договором поставки.		

Условное обозначение Установок при их заказе и в документации другой продукции, в которой они могут быть применены, должно состоять из наименования Установки (УППУ-МЭ), условного обозначения модификации и обозначения технических условий:

УППУ-МЭ 3.1КМ-С-XX-XXX-XX/XXX-X/XXX ТУ 4381-053-49976497-2013  
1 2 3 4

- 1 – обозначение модификации по метрологическим характеристикам:
  - 02 - с прибором "Энергомонитор-3.1КМ С-02";
  - 05 - с прибором "Энергомонитор-3.1КМ С-05";
  - 10 - с прибором "Энергомонитор-3.1КМ С-10";
  - 02Д - с прибором "Энергомонитор-3.1КМ С-02-1XX" и дополнительным блоком источников испытательных сигналов постоянного тока "УТНП";
- 2 – обозначение модификации по силе максимального выходного тока  $I_{\max}$ , А:
  - 110,
  - 120
- 3 – обозначение модификации по выходной мощности канала тока/напряжения, В·А:
  - 25/50,
  - 45/200,
  - 45/100
- 4 – по диапазону выходного напряжения  $U_{\min}/U_{\max}$ , В:
  - 6/528 (от 6 до 528 В) (номинальные значения фазных/межфазных напряжений, В:  $60/60 \times \sqrt{3}$ ,  $220/220 \times \sqrt{3}$  и  $480/480 \times \sqrt{3}$ ),
  - 0,1/528 (от 0,1 до 528 В) (номинальные значения фазных /межфазных напряжений, В:  $60/60 \times \sqrt{3}$ ,  $220/220 \times \sqrt{3}$  и  $480/480 \times \sqrt{3}$ ) - в комплект модификации должен входить делитель «ДНИ-3.1» с коэффициентами деления 1/10, 1/100.

Блоки источника испытательных сигналов (ИИС) и эталонное средство измерений монтируются в приборной стойке (рисунок 2.1).

Общий вид установки «УППУ-МЭ 3.1КМ-С» приведен на рисунке 2.2.

Пример обозначения при заказе:

"УППУ-МЭ 3.1КМ-С-02-110-25/50-0,1/528" - Установка, предназначенная для калибровки и поверки СИ переменного тока с эталонным средством измерений "Энергомонитор-3.1КМ С-02" и ИИС с диапазонами задания:

силы тока – до 110 А (выходная мощность – до 25 В·А);

напряжения – от 0,1 до 528 В (выходная мощность – до 50 В·А), с делителем напряжения "ДНИ-3.1".



Рисунок 2.1. Стойка с установленными в ней ИИС и эталонным СИ



Рисунок 2.2 Общий вид установки



## 2.4 Технические характеристики

Гарантированными считают технические характеристики, приводимые с допусками или предельными значениями. Значения величин без допусков являются справочными.

2.4.1 Установка выполнена в виде функционально законченного рабочего места поверителя. Установка может быть использована автономно или в сочетании с персональным компьютером (ПК), расширяющим ее функциональные возможности.

Установка может работать в двух режимах:

- при управлении от ПК по стандартным интерфейсам с помощью программного обеспечения (ПО);

- в автономном режиме при управлении от встроенных клавиатур и графических ЖКИ, расположенных на лицевых панелях приборов «Энергомонитор» и «Энергоформа».

Отображение параметров и формы сигналов осуществляется на ЖКИ блока «Энергоформа» и на ЖКИ прибора «Энергомонитор», либо на ПК с помощью ПО.

2.4.2 Установки обеспечивают формирование одно- и трехфазной системы токов и напряжений с параметрами и в диапазонах, указанных в таблицах 2.3 и 2.4.

Таблица 2.3

Наименование параметра выходных сигналов	Диапазон задания	Дискретность задания	Пределы допускаемой погрешности установки заданного значения параметра	Примечание
1 Частота основной гармоники выходных сигналов ( $f_1$ ), Гц	от 42,5 до 70	0,01	Абсолютная, $\pm 0,01$	
2 Среднеквадратическое значение основной гармоники напряжения, $U_1$ , В	от $0,25 U_H$ до $1,2 U_H$	0,01	Относительная, % $\pm 1$	
	от $0,05 U_H$ до $0,25 U_H$	0,01	Относительная, % $\pm [1,0 + 0,5((U_H/U) - 1)]$	
3 Среднеквадратическое значение основной гармоники тока, $I_1$ , А	от $0,2 I_H$ до $1,2 I_H$	0,0001	Относительная, % $\pm 1$	
	от $0,05 I_H$ до $0,2 I_H$	0,0001	Относительная, % $\pm [1,0 + 0,5((I_H/I) - 1)]$	
6 Установка угла сдвига фазы между первыми гармониками напряжений и токов, градус	от $-180$ до $180$	0,01	Абсолютная $\pm 1$	От $0,25$ до $1,2 U_H$
7 Длительность провала или перенапряжения (t), с	от 0 до 600	0,001	Абсолютная, с $\pm 0,002$	
8 Период следования провалов или перенапряжений (T), с	от 0 до 600	0,001	Абсолютная, с $\pm 0,002$	
9 Кратковременная доза фликера	от 0,25 до 10	См. п.4.2.3.5	Относительная, % $\pm 1,5$	$49 \text{ Гц} < f < 51 \text{ Гц}$ ; $U$ от 180 до 235 В; при колебаниях напряжения, имеющих форму меандра, $\Delta U/U$ от 0,4 до 10 %

Таблица 2.4

Наименование параметра выходных сигналов	Диапазон задания	Дискретность задания	Примечание
1 Среднеквадратическое значение гармоники напряжения (тока) порядка $n$ , % от $U_1$ (% от $I_1$ )	от 0 до 100	0,01	Для $n$ от 2 до 19
	от 0 до 50		Для $n$ от 20 до 50
2 Среднеквадратическое значение интергармоники напряжения (тока) с частотой $m \cdot f_1$ , % $U_1$ (% $I_1$ )	от 0 до 15	0,01	Для $m$ от 0,5 до 50,5 с дискретностью 1,0
3 Угол фазового сдвига между основными гармониками: выходных напряжений, градус напряжения и тока одной фазы, градус	от -180 до 180		$U$ от $0,2U_H$ до $U_{MAX}$
		0,01	
		0,01	$I$ от $0,1 I_H$ до $I_{MAX}$
4 Угол фазового сдвига между гармониками порядка $n$ и основной гармоникой напряжения, градус	от -180 до 180	0,01	Для $n$ от 2 до 50; $U$ от $0,2U_H$ до $U_{MAX}$
5 Угол фазового сдвига между интергармониками с частотой $m \cdot f_1$ и основной гармоникой напряжения, градус	от -180 до 180	0,01	Для $m$ от 0,5 до 50,5 с дискретностью 1,0; $U$ от $0,2U_H$ до $U_{MAX}$
6 Угол фазового сдвига между гармоникой порядка $n$ и основной гармоникой тока, градус	от -180 до 180	0,01	Для $n$ от 20 до 50; $I$ от $0,1 I_H$ до $I_{MAX}$
7 Угол фазового сдвига между интергармоникой с частотой $m \cdot f_1$ и основной гармоникой тока, градус	от -180 до 180	0,01	Для $m$ от 0,5 до 50,5 с дискретностью 1,0; $I$ от $0,1 I_H$ до $I_{MAX}$
8 Количество провалов или перенапряжений	от 0 до 100 000	1	
9 Остаточное напряжение при провале, % от опорного напряжения	От 10 до 100	0,01	49 Гц < $f$ < 51 Гц
10 Максимальное напряжение при перенапряжении, % от опорного напряжения	от 100 до 200	0,5	49 Гц < $f$ < 51 Гц
11 Сила постоянного тока, А *	от 0 до 2,500	0,001	
	от 0 до 100,0	0,1	
12 Напряжение постоянного тока, В *	от 0 до 6,000	0,001	
	от 0 до 300,0	0,1	

\* Параметры приведены только для модификаций "УПТУ-МЭ 3.1КМ-С-ХХД" с использованием источников питания постоянного тока АКПП-1133-300-2,5 и АКПП-1133-6-100

При формировании синусоидального сигнала напряжения в диапазоне от  $0,25U_H$  до  $1,2U_H$  и сигнала тока в диапазоне от  $0,2I_H$  до  $1,2I_H$  коэффициент нелинейных искажений выходного сигнала не превышает:

1 % - при мощности подключенной нагрузки до 10 % от максимальной;

2 % - при максимальной мощности подключенной нагрузки.

В диапазоне частоты от 42,5 Гц до 45 Гц задаваемые значения напряжения и силы тока не должны превышать номинальных значений, а мощность нагрузки, подключенной к источникам напряжения и тока, должна быть не более 50 % от максимальной.

2.4.3 Установки обеспечивают измерение электроэнергетических величин в диапазонах и с пределами допускаемых основных погрешностей измерения, соответствующими характеристикам эталонного СИ, входящего в комплект поставки.

Основные метрологические и технические характеристики Приборов электроизмерительных эталонных многофункциональных "Энергомонитор-3.1КМ" представлены в таблицах 2.5 – 2.12.

Таблица 2.5 - Диапазоны измерений и пределы допускаемых основных погрешностей измерения приборов "Энергомонитор-3.1КМ х-02" без использования токоизмерительных клещей

Измеряемые параметры электрической энергии	Диапазон измерений	Вид и единица измерения погрешности, пределы допускаемой основной погрешности	Примечание
1 Среднеквадратическое значение напряжения переменного тока и основной гармоники напряжения (U), В	От 0,1U <sub>H</sub> до 1,2U <sub>H</sub>	Относительная, %, ±[0,01+0,002(1,2U <sub>H</sub> /U-1)]	U <sub>H</sub> > 2 В
		±[0,015+0,003(1,2U <sub>H</sub> /U-1)]	U <sub>H</sub> ≤ 2 В
2 Среднеквадратическое значение силы переменного тока и основной гармоники тока (I), А	От 0,1I <sub>H</sub> до 1,2I <sub>H</sub>	Относительная, %, ±[0,01+0,002(1,2I <sub>H</sub> /I-1)]	
3 Активная мощность и активная мощность основной гармоники (P), Вт	U от 0,1U <sub>H</sub> до 1,2U <sub>H</sub> ; I от 0,1I <sub>H</sub> до 1,2I <sub>H</sub>	Относительная, %, ±[0,01+0,004(1,44P <sub>H</sub> /P - 1)]	P <sub>H</sub> = U <sub>H</sub> · I <sub>H</sub> ; 0,9 ≤  cos φ  ≤ 1,0
		±[0,02+0,004(1,44P <sub>H</sub> /P - 1)]	U <sub>H</sub> > 2 В
			U <sub>H</sub> ≤ 2 В
			0,2 ≤  cos φ  < 0,9
		±[0,015+0,004(1,44P <sub>H</sub> /P - 1)]	U <sub>H</sub> > 2 В
		±[0,025+0,004(1,44P <sub>H</sub> /P - 1)]	U <sub>H</sub> ≤ 2 В
4 Реактивная мощность и реактивная мощность основной гармоники <sup>1)</sup> (Q), вар		Относительная, %, ±[0,03+0,01(1,44Q <sub>H</sub> /Q - 1)]	Q <sub>H</sub> = U <sub>H</sub> · I <sub>H</sub> ; 0,9 ≤  sin φ  ≤ 1,0
		±[0,05+0,01(1,44Q <sub>H</sub> /Q - 1)]	0,2 ≤  sin φ  < 0,9
5 Полная мощность (S), В·А		Относительная, %, ±[0,02+0,005(1,2U <sub>H</sub> /U+1,2I <sub>H</sub> /I-2)]	U <sub>H</sub> > 2 В
		±[0,025+0,01(1,2U <sub>H</sub> /U+1,2I <sub>H</sub> /I-2)]	U <sub>H</sub> ≤ 2 В
6 Коэффициент мощности (K <sub>P</sub> =P/S)	От 0,1 до 1,0	Абсолютная; ±0,001	I от 0,2I <sub>H</sub> до 1,2I <sub>H</sub> ; U от 0,2U <sub>H</sub> до 1,2U <sub>H</sub>
7 Частота переменного тока (f <sub>1</sub> ), Гц	От 40 до 70	Абсолютная, Гц ±0,001	U от 0,2U <sub>H</sub> до 1,2U <sub>H</sub> ; I от 0,2I <sub>H</sub> до 1,2I <sub>H</sub>
8 Угол фазового сдвига между основными гармониками, градус: входных напряжений напряжения и тока одной фазы	От 0 до 360	Абсолютная, градус	
		±0,01	U от 0,2U <sub>H</sub> до 1,2U <sub>H</sub>
		±0,01	I от 0,2I <sub>H</sub> до 1,2I <sub>H</sub> ; U от 0,2U <sub>H</sub> до 1,2U <sub>H</sub>
9 Среднеквадратическое значение гармоники порядка h <sup>2)</sup> напряжения для h от 2 до 50 (U <sub>H,h</sub> ), В	От 0 до 0,6U <sub>H</sub>	Абсолютная, В, ±0,0005 U <sub>H</sub>	U <sub>H,h</sub> ≤ 0,01U <sub>H</sub>
		Относительная, %; ±0,05	U <sub>H,h</sub> > 0,01U <sub>H</sub>
10 Среднеквадратическое значение интергармоники напряжения с частотой m·f <sub>1</sub> для m от 0,5 до 50,5 с дискретностью 1,0 (U <sub>C,m</sub> ), В	От 0 до 0,15U <sub>H</sub>	Абсолютная, В ±0,001 U <sub>H</sub>	U <sub>C,m</sub> ≤ 0,01U <sub>H</sub>
		Относительная, %, ±0,1	U <sub>C,m</sub> > 0,01U <sub>H</sub>
11 Среднеквадратическое значение гармоники порядка h тока для h от 2 до 50 (I <sub>H,h</sub> ), А	От 0 до 0,6I <sub>H</sub>	Абсолютная, А, ±0,0005 I <sub>H</sub>	I <sub>H,h</sub> ≤ 0,01I <sub>H</sub>
		Относительная, %, ±0,05	I <sub>H,h</sub> > 0,01I <sub>H</sub>
12 Среднеквадратическое значение интергармоники частоты m·f <sub>1</sub> тока для m от 0,5 до 50,5 с дискретностью 1,0 (I <sub>C,m</sub> ), А	От 0 до 0,15I <sub>H</sub>	Абсолютная, А, ±0,0005 I <sub>H</sub>	I <sub>C,m</sub> ≤ 0,01U <sub>H</sub>
		Относительная, %, ±0,05	I <sub>C,m</sub> > 0,01U <sub>H</sub>

Продолжение таблицы 2.5

Измеряемые параметры электрической энергии	Диапазон измерений	Вид и единица измерения погрешности, пределы допускаемой основной погрешности	Примечание
13 Угол фазового сдвига между гармониками порядка $h$ напряжения и тока одной фазы, градус	От 0 до 360	Абсолютная, градус,	$U$ от $0,2U_H$ до $1,2U_H$ ; $I$ от $0,2I_H$ до $1,2I_H$ ; $K_I(h)$ и $K_U(h)$ от 2 до 15 %
		$\pm 0,3$	для $h$ от 2 до 10
		$\pm 1,0$	для $h$ от 11 до 50
14 Коэффициент гармоник порядка $h$ напряжения для $h$ от 2 до 50 [ $K_U(h)$ ], %	От 0 до 49,9	Абсолютная, %, $\pm 0,003$	$U$ от $0,2U_H$ до $1,2U_H$ $K_U(h) < 1,0$
		Относительная, %, $\pm 0,3$	$K_U(h) \geq 1,0$
15 Коэффициент гармоник порядка $h$ тока для $h$ от 2 до 50 [ $K_I(h)$ ], %	От 0 до 49,9	Абсолютная, %, $\pm 0,003$	$I$ от $0,2I_H$ до $1,2I_H$ $K_I(h) < 1,0$
		Относительная, %, $\pm 0,3$	$K_I(h) \geq 1,0$
16 Активная мощность гармоники порядка $h$ для $h$ от 2 до 50 ( $P_{(h)}$ ), Вт	от 0 до $0,05P_H$	Абсолютная, Вт, $\pm(0,00003P_H + 0,005P_{(h)})$	$U$ от $0,2U_H$ до $1,2U_H$ ; $I$ от $0,2I_H$ до $1,2I_H$ ; $ \cos \phi $ от 0,5 до 1,0; $K_I(h)$ и $K_U(h)$ от 1 до 40 %
17 Суммарный коэффициент гармоник напряжения ( $K_U$ ), %	От 0 до 49,9	Абсолютная, %, $\pm 0,003$	$U$ от $0,2U_H$ до $1,2U_H$ $K_U < 1,0$
		Относительная, %, $\pm 0,3$	$K_U \geq 1,0$
18 Суммарный коэффициент гармоник тока ( $K_I$ ), %	От 0 до 49,9	Абсолютная, %, $\pm 0,01$	$I$ от $0,2I_H$ до $1,2I_H$ $K_I < 1,0$
		Относительная, %, $\pm 1,0$	$K_I \geq 1,0$
19 Коэффициент несимметрии напряжения по обратной последовательности ( $K_{2U}$ ) и по нулевой последовательности ( $K_{0U}$ ), %	От 0 до 15	Абсолютная, %, $\pm 0,05$	$U$ от $0,5U_H$ до $1,2U_H$
20 Напряжение прямой последовательности основной частоты ( $U_{1(l)}$ ), В	от 0 до $U_H$	Абсолютная, В $\pm(0,0002 U_H \cdot \sqrt{3})$	
21 Напряжение нулевой последовательности основной частоты ( $U_{0(l)}$ ), В	от 0 до $U_H$	Абсолютная, В $\pm 0,0005 U_H$	$U$ от $0,5U_H$ до $1,2U_H$ ; $K_{2U} < 15 \%$ ; $K_{0U} < 15 \%$
22 Напряжение обратной последовательности основной частоты ( $U_{2(l)}$ ), В	от 0 до $U_H$	Абсолютная, В, $\pm(0,0003 U_H \cdot \sqrt{3})$	
23 Ток прямой последовательности основной частоты ( $I_{1(l)}$ ), А	от 0 до $I_H$	Абсолютная, А, $\pm 0,0002 I_H$	
24 Ток нулевой последовательности основной частоты ( $I_{0(l)}$ ), А	от 0 до $I_H$	Абсолютная, А, $\pm 0,0005 I_H$	
25 Ток обратной последовательности основной частоты ( $I_{2(l)}$ ), А	от 0 до $I_H$	Абсолютная, А, $\pm 0,0003 I_H$	

Продолжение таблицы 2.5

Измеряемые параметры электрической энергии	Диапазон измерений	Вид и единица измерения погрешности, пределы допускаемой основной погрешности	Примечание
26 Угол фазового сдвига между напряжением и током последовательности, градус: - прямой; - обратной; - нулевой	от 0 до 360	Абсолютная, градус, ±0,3	I от 0,2I <sub>H</sub> до 1,2I <sub>H</sub> ; U от 0,2U <sub>H</sub> до 1,2U <sub>H</sub> ; I <sub>1(1)</sub> , I <sub>2(1)</sub> , I <sub>0(1)</sub> ≥ 0,02 I <sub>H</sub> ; U <sub>1(1)</sub> , U <sub>2(1)</sub> , U <sub>0(1)</sub> ≥ 0,02 U <sub>H</sub>
27 Кратковременная доза фликера, относительная единица	от 0,2 до 10	Относительная, %, 5,0	f = (f <sub>НОМ</sub> ± 1) Гц; ΔU/U ≤ 20 %; при колебаниях напряжения, имеющих форму меандра
28 Напряжение постоянного тока (U), В		Относительная, %,	
	От 0,1U <sub>H</sub> до 1,7U <sub>H</sub>	±[0,01+0,005(1,7U <sub>H</sub> /U-1)]	U <sub>H</sub> от 5 до 480 В
		±[0,015+0,005(1,7U <sub>H</sub> /U-1)]	U <sub>H</sub> ≤ 2 В
	От 0,1U <sub>H</sub> до 1,25U <sub>H</sub>	±[0,015+0,005(1,25U <sub>H</sub> /U-1)]	U <sub>H</sub> = 800 В
29 Сила постоянного тока <sup>3)</sup> (I), А	От 0,1I <sub>H</sub> до 1,2I <sub>H</sub>	Относительная, %, ±[0,015+0,005(1,2I <sub>H</sub> /I - 1)]	I <sub>H</sub> = 100 А
	От 0,1I <sub>H</sub> до 1,5I <sub>H</sub>	Относительная, % ±[0,015+0,005(1,5I <sub>H</sub> /I - 1)]	I <sub>H</sub> < 100 А
30 Мощность постоянного тока <sup>3)</sup> (P), Вт		Относительная, %	
	От 0,01P <sub>H</sub> до 2,04P <sub>H</sub>	±[0,03+0,005(2,04P <sub>H</sub> /P-1)]	U <sub>H</sub> до 480 В; I <sub>H</sub> =100 А; U от 0,1U <sub>H</sub> до 1,7U <sub>H</sub> ; I от 0,1I <sub>H</sub> до 1,2I <sub>H</sub> ;
	От 0,01P <sub>H</sub> до 2,55P <sub>H</sub>	±[0,03+0,005(2,55P <sub>H</sub> /P-1)]	U <sub>H</sub> до 480 В; I <sub>H</sub> < 100 А; U от 0,1U <sub>H</sub> до 1,7U <sub>H</sub> ; I от 0,1I <sub>H</sub> до 1,5I <sub>H</sub> ;
	От 0,01P <sub>H</sub> до 1,5P <sub>H</sub>	±[0,03+0,005(1,5P <sub>H</sub> /P-1)]	U <sub>H</sub> = 800 В; I <sub>H</sub> = 100 А; U от 0,1U <sub>H</sub> до 1,25U <sub>H</sub> ; I от 0,1I <sub>H</sub> до 1,2I <sub>H</sub> ;
	От 0,01P <sub>H</sub> до 1,875P <sub>H</sub>	±[0,03+0,005(1,875P <sub>H</sub> /P-1)]	U <sub>H</sub> = 800 В; I <sub>H</sub> < 100 А; U от 0,1U <sub>H</sub> до 1,25U <sub>H</sub> ; I от 0,1I <sub>H</sub> до 1,5I <sub>H</sub> ;
<b>Примечания</b> 1 Реактивная мощность рассчитывается методом перекрестного включения, геометрическим методом и методом сдвига сигнала напряжения на 1/4 периода основной гармоники. 2 Частота гармонической составляющей порядка h равна h·f <sub>1</sub> . 3 Параметры, отмеченные <sup>3)</sup> , измеряются только приборами "Энергомонитор-3.1КМ х-02-1". 4 Приборы обеспечивают измерение параметров электрического сигнала, если амплитудные значения сигналов напряжения и тока не превышают 170 % от U <sub>H</sub> и I <sub>H</sub> , соответственно.			

Таблица 2.6 - Диапазоны измерений и пределы допускаемых основных погрешностей измерений приборов "Энергомонитор-3.1КМ х-02-х-х1х" при использовании токоизмерительных клещей

Измеряемые параметры электрической энергии	Диапазон измерений	Вид и единица измерения погрешности, пределы допускаемой основной погрешности	Примечание
1 Среднеквадратическое значение напряжения переменного тока и основной гармоники напряжения (U), В	От 0,1U <sub>H</sub> до 1,2U <sub>H</sub>	Относительная, %,	
		±[0,01+0,002(1,2U <sub>H</sub> /U-1)]	U <sub>H</sub> > 2 В
		±[0,015+0,003(1,2U <sub>H</sub> /U-1)]	U <sub>H</sub> ≤ 2 В

Продолжение таблицы 2.6

Измеряемые параметры электрической энергии	Диапазон измерений	Вид и единица измерения погрешности, пределы допускаемой основной погрешности	Примечание
2 Среднеквадратическое значение силы переменного тока и основной гармоники тока (I), А	от 0,05I <sub>н</sub> до 1,2I <sub>н</sub>	Относительная, % ±[0.1+0.01(I <sub>н</sub> /I - 1)] <sup>I</sup> ±[0.2+0.02(I <sub>н</sub> /I - 1)] <sup>II</sup> ±[0.5+0.05(I <sub>н</sub> /I - 1)] <sup>III</sup> ±[1.0+0.05(I <sub>н</sub> /I - 1)] <sup>IV</sup> ±[2.0+0.1(I <sub>н</sub> /I - 1)] <sup>V</sup>	
3 Активная мощность и активная мощность основной гармоники (P), Вт	От 0,01(U <sub>н</sub> ·I <sub>н</sub> ) до 1,44(U <sub>н</sub> ·I <sub>н</sub> )	Относительная, %	U от 0,1U <sub>н</sub> до 1,2U <sub>н</sub> ; 0,9 <  cos φ  ≤ 1,0
		±0.2 <sup>I</sup> ; ±0.4 <sup>II</sup> ; ±1.0 <sup>III</sup>	I от 0,01I <sub>н</sub> до 0,05I <sub>н</sub>
		±0.1 <sup>I</sup> ; ±0.2 <sup>II</sup> ; ±0.5 <sup>III</sup> ; ±1.0 <sup>IV</sup> ; ±2.0 <sup>V</sup>	I свыше 0,05I <sub>н</sub> до 1,2I <sub>н</sub>
			0,5 ≤  cos φ  ≤ 0,9
		±0.25 <sup>I</sup> ; ±0.5 <sup>II</sup> ; ±0,15 <sup>I</sup> ; ±0,3 <sup>II</sup> ; ±1,0 <sup>III</sup> ; ±2,0 <sup>IV</sup> ; ±4,0 <sup>V</sup>	I от 0,02I <sub>н</sub> до 0,1I <sub>н</sub>
			I свыше 0,1I <sub>н</sub> до 1,2I <sub>н</sub>
		±[0,25+0.02(1,44P <sub>н</sub> /P - 1)] <sup>I</sup> ±[0,5+0.05(1,44P <sub>н</sub> /P - 1)] <sup>II</sup> ±[1.0+0.1(1,44P <sub>н</sub> /P - 1)] <sup>III</sup> ±[2.0+0.1(1,44P <sub>н</sub> /P - 1)] <sup>IV</sup>	0,2 ≤  cos φ  < 0,5; I от 0,1I <sub>н</sub> до 1,2I <sub>н</sub> ;
4 Реактивная мощность и реактивная мощность основной гармоники <sup>1)</sup> (Q), вар	От 0,01(U <sub>н</sub> ·I <sub>н</sub> ) до 1,44(U <sub>н</sub> ·I <sub>н</sub> )	Относительная, %	U от 0,1U <sub>н</sub> до 1,2U <sub>н</sub> ; 0,9 <  sin φ  ≤ 1,0
		±0.3 <sup>I</sup> ; ±0.75 <sup>II</sup> ; ±1,5 <sup>III</sup> ;	I от 0,02I <sub>н</sub> до 0,05I <sub>н</sub> ;
		±0.2 <sup>I</sup> ; ±0.5 <sup>II</sup> ; ±1,0 <sup>III</sup> ; ±2,0 <sup>IV</sup> ; ±2,0 <sup>V</sup>	I свыше 0,05I <sub>н</sub> до 1,2I <sub>н</sub>
			0,5 ≤  sin φ  ≤ 0,9
		±0,3 <sup>I</sup> ; ±0,75 <sup>II</sup> ; ±1,5 <sup>III</sup> ; ±0,2 <sup>I</sup> ; ±0,5 <sup>II</sup> ; ±1,0 <sup>III</sup> ; ±2,0 <sup>IV</sup> ; ±2,0 <sup>V</sup>	I от 0,02I <sub>н</sub> до 0,1I <sub>н</sub> ; I свыше 0,1I <sub>н</sub> до 1,2I <sub>н</sub> ;
		±0.3 <sup>I</sup> ; ±0.75 <sup>II</sup> ; ±1,5 <sup>III</sup> ; ±2,5 <sup>IV</sup> ; ±2,5 <sup>V</sup>	0,2 ≤  sin φ  < 0,5 I от 0,1I <sub>н</sub> до 1,2I <sub>н</sub>
5 Полная мощность (S), В·А		Относительная, %	U от 0,1U <sub>н</sub> до 1,2U <sub>н</sub> ; I от 0,01I <sub>н</sub> до 1,2I <sub>н</sub>
		±0.2 <sup>I</sup> ; ±0.4 <sup>II</sup> ; ±1.0 <sup>III</sup>	S < 0,1S <sub>н</sub>
		±0.1 <sup>I</sup> ; ±0.2 <sup>II</sup> ; ±0.5 <sup>III</sup> ±1.0 <sup>IV</sup> ; ±2.0 <sup>V</sup>	S от 0,1S <sub>н</sub> до 1,44S <sub>н</sub>
6 Коэффициент мощности (K <sub>p</sub> =P/S)	От 0,1 до 1,0	Абсолютная, ±0,02 <sup>I</sup> ; ±0,02 <sup>II</sup> ; ±0,05 <sup>III</sup> ; ±0,05 <sup>IV</sup> ; ±0,10 <sup>V</sup>	I от 0,2I <sub>н</sub> до 1,2I <sub>н</sub> ; U от 0,2U <sub>н</sub> до 1,2U <sub>н</sub>
7 Частота переменного тока (f1), Гц	От 40 до 70	Абсолютная, Гц ±0,001	U от 0,2U <sub>н</sub> до 1,2U <sub>н</sub> ; I от 0,2I <sub>н</sub> до 1,2I <sub>н</sub>
8 Угол фазового сдвига между основными гармониками, градус:	От 0 до 360	Абсолютная, градус	
входных напряжений		±0,01	U от 0,2U <sub>н</sub> до 1,2U <sub>н</sub>
напряжения и тока одной фазы		±0,5	I от 0,2I <sub>н</sub> до 1,2I <sub>н</sub> ; U от 0,2U <sub>н</sub> до 1,2U <sub>н</sub>
9 Среднеквадратическое значение гармоники порядка h <sup>2)</sup> напряжения для h от 2 до 50 (U <sub>н,h</sub> ), В	От 0 до 0,6U <sub>н</sub>	Абсолютная, В; ±0,0005 U <sub>н</sub>	U <sub>н,h</sub> ≤ 0,01U <sub>н</sub>
		Относительная, %; ±0,05	U <sub>н,h</sub> > 0,01U <sub>н</sub>

Продолжение таблицы 2.6

Измеряемые параметры электрической энергии	Диапазон измерений	Вид и единица измерения погрешности, пределы допускаемой основной погрешности	Примечание
10 Среднеквадратическое значение интергармоники напряжения частоты $m \cdot f_1$ для $m$ от 0,5 до 50,5 с дискретностью 1,0 ( $U_{C,m}$ ), В	От 0 до $0,15U_H$	Абсолютная, В, $\pm 0,0005 U_H$ ,	$U_{C,m} \leq 0.01U_H$
		Относительная, %, $\pm 0.05$	$U_{C,m} > 0.01U_H$
11 Среднеквадратическое значение гармоники порядка $h$ тока для $h$ от 2 до 50 ( $I_{h,h}$ ), А	От 0 до $0,6I_H$	Абсолютная, А, $\pm 0,02 I_H^I$ ; $\pm 0,04 I_H^{II}$	$I_{h,h} \leq 0.01I_H$
		Относительная, %, $\pm 5 \%^I$ ; $\pm 10 \%^{II}$	$I_{h,h} > 0.01I_H$
12 Среднеквадратическое значение интергармоники частоты $m \cdot f_1$ тока для $m$ от 0,5 до 50,5 с дискретностью 1,0 ( $I_{C,m}$ ), А	От 0 до $0,15I_H$	Абсолютная, А, $\pm 0.02 I_H^I$ ; $\pm 0.04 I_H^{II}$	$I_{C,m} \leq 0.01I_H$
		Относительная, %, $\pm 5 \%^I$ ; $\pm 10 \%^{II}$	$I_{C,m} > 0.01I_H$
13 Угол фазового сдвига между гармониками порядка $h$ напряжения и тока одной фазы, градус	От 0 до 360	Абсолютная, градус,	$U$ от $0,2U_H$ до $1,2U_H$ ; $I$ от $0,2I_H$ до $1,2I_H$ ; $K_U(h) \geq 5\%$ ; $K_I(h) \geq 1\%$
		$\pm 2^I$ ; $\pm 2^{II}$	для $h$ от 2 до 10
		$\pm 10^I$ ; $\pm 10^{II}$	для $h$ от 11 до 20
		$\pm 20^I$ ; $\pm 20^{II}$	для $h$ от 21 до 50
14 Коэффициент гармоники порядка $h$ напряжения для $h$ от 2 до 50 [ $K_U(h)$ ], %	От 0 до 49,9		$U$ от $0,2U$ до $1,2U_H$
		Абсолютная, %, $\pm 0,003 \%$	$K_U(h) < 1.0$
		Относительная, %, $\pm 0,3$	$K_U(h) \geq 1.0$
15 Коэффициент гармоники порядка $h$ тока для $h$ от 2 до 50 [ $K_I(h)$ ], %	От 0 до 49,9		$I$ от $0,2I_H$ до $1,2I_H$ ;
		Абсолютная, %, $\pm 0,05^I$ ; $\pm 0,05^{II}$	$K_I(h) < 1.0$
		Относительная, % $\pm 5,0^I$ ; $\pm 5,0^{II}$	$K_I(h) \geq 1.0$
16 Суммарный коэффициент гармоник напряжения ( $K_U$ ), %	От 0 до 49,9		$U$ от $0,2U_H$ до $1.2U_H$
		Абсолютная, %, $\pm 0,003$	$K_U < 1.0$
		Относительная, %, $\pm 0,3$	$K_U \geq 1.0$
17 Суммарный коэффициент гармонических составляющих тока ( $K_I$ )	От 0 до 49,9		$I$ от $0,2I_H$ до $1.2I_H$
		Абсолютная, %, $\pm 0,1$	$K_I < 1.0$
		Относительная, %, $\pm 10$	$K_I \geq 1.0$
18 Активная мощность гармоники порядка $h$ ( $P_{(h)}$ ), Вт	от $0,003P_H$ до $0,1P_H$	Относительная, %	$U$ от $0,2U_H$ до $1,2U_H$ ; $I$ от $0,2I_H$ до $1,2I_H$ ; $K_I(h)$ и $K_U(h)$ от 1 до 40 %
		$\pm 5.0^I$ ; $\pm 10.0^{II}$	$ \cos \phi $ от 0,9 до 1,0; $h$ от 2 до 50;
			$ \cos \phi $ от 0.5 до 0,9
		$\pm 5.0^I$ ; $\pm 10.0^{II}$ $\pm 10.0^I$ ; $\pm 20.0^{II}$	$h$ от 2 до 10 $h$ от 11 до 50
19 Напряжение прямой последовательности основной частоты ( $U_{1(1)}$ ), В	от 0 до $U_H$	Абсолютная, В, $\pm(0,0002 U_H \times \sqrt{3})$	
20 Напряжение нулевой последовательности основной частоты ( $U_{0(1)}$ ), В	от 0 до $U_H$	Абсолютная, В, $\pm 0,0005 U_H$	$U$ от $0,5U_H$ до $1,2U_H$ ; $K_{2U} < 15 \%$ ; $K_{0U} < 15 \%$

Продолжение таблицы 2.6

Измеряемые параметры электрической энергии	Диапазон измерений	Вид и единица измерения погрешности, пределы допускаемой основной погрешности	Примечание
21 Напряжение обратной последовательности основной частоты ( $U_{2(1)}$ ), В	от 0 до $U_H$	Абсолютная, В, $\pm(0,0003 U_H \cdot \sqrt{3})$	$U$ от $0,5U_H$ до $1,2U_H$ ; $K_{2U} < 15\%$ ; $K_{0U} < 15\%$
22 Коэффициент несимметрии напряжения по обратной последовательности ( $K_{2U}$ ) и по нулевой последовательности ( $K_{0U}$ ), %	От 0 до 15	Абсолютная, %, $\pm 0,05$	$U$ от $0,5U_H$ до $1,2U_H$ ;
23 Токи прямой, нулевой и обратной последовательности основной частоты ( $I_{1(1)}$ , $I_{0(1)}$ и $I_{2(1)}$ ), А	от 0 до $I_H$	Абсолютная, А	$I$ от $0,01I_H$ до $1,2I_H$ ; $I$ от $0,05I_H$ до $1,2I_H$
		$\pm(0,01I_H)^I$ ; $\pm(0,01I_H)^{II}$	
		$\pm(0,02I_H)^{III}$ ; $\pm(0,02I_H)^{IV}$	
24 Кратковременная доза фликера, отн. единиц	от 0,2 до 10	Относительная, %, 5,0	$f = (f_{НОМ} \pm 1)$ Гц; $\Delta U/U \leq 20\%$ ; при колебаниях напряжения, имеющих форму меандра
25 Напряжение постоянного тока ( $U$ ), В		Относительная, %,	
	От $0,1U_H$ до $1,7U_H$	$\pm[0,01+0,005(1,7U_H/U-1)]$ $\pm[0,015+0,005(1,7U_H/U-1)]$	$U_H$ от 5 до 480 В $U_H \leq 2$ В
	От $0,1U_H$ до $1,25U_H$	$\pm[0,015+0,005(1,25U_H/U-1)]$	$U_H = 800$ В
Примечания			
1 Реактивная мощность рассчитывается методом перекрестного включения, геометрическим методом и методом сдвига сигнала напряжения на 1/4 периода основной гармоники.			
2 Частота гармонической составляющей порядка $h$ равна $h \cdot f_1$ .			
3 Значения погрешности, отмеченные "I", "II", "III", "IV" и "V" относятся к прибору при выполнении измерений с использованием токоизмерительных клещей класса точности 0,1 ("I"), 0,2 ("II"), 0,5 ("III"), 1,0 ("IV") и 2,0 ("V"). Номинальные значения силы переменного тока ( $I_H$ ) соответствуют номинальным значениям токоизмерительных клещей из комплекта поставки.			
4 Приборы обеспечивают измерение параметров электрического сигнала, если амплитудные значения сигналов напряжения и тока не превышают 170 % от $U_H$ и $I_H$ , соответственно.			

Таблица 2.7 - Диапазоны измерений и пределы допускаемых основных погрешностей измерения приборов "Энергомонитор-3.1KM x-05" без использования токоизмерительных клещей

Измеряемые параметры электрической энергии	Диапазон измерений	Вид и единица измерения погрешности, пределы допускаемой основной погрешности	Примечание
1 Среднеквадратическое значение напряжения переменного тока и основной гармоники напряжения ( $U$ ), В	От $0,1U_H$ до $1,2U_H$	Относительная, %, $\pm[0,02+0,005(1,2U_H/U-1)]$	
2 Среднеквадратическое значение силы переменного тока и основной гармоники тока ( $I$ ), А	От $0,1I_H$ до $1,2I_H$	Относительная, %, $\pm[0,02+0,005(1,2I_H/I-1)]$	
3 Активная мощность и активная мощность основной гармоники ( $P$ ), Вт	$U$ от $0,1U_H$ до $1,2U_H$ ; $I$ от $0,1I_H$ до $1,2I_H$	Относительная, %, $\pm[0,05+0,01(1,44P_H/P-1)]$	$P_H = U_H \cdot I_H$ ; $ \cos \varphi $ от 0,2 до 1,0
4 Реактивная мощность и реактивная мощность основной гармоники <sup>1)</sup> ( $Q$ ), вар		Относительная, %, $\pm[0,1+0,02(1,44Q_H/Q-1)]$	$Q_H = U_H \cdot I_H$ ; $ \sin \varphi $ от 0,2 до 1,0
5 Полная мощность ( $S$ ), В·А		Относительная, %, $\pm[0,04+0,01(1,2U_H/U+1,2I_H/I-2)]$	
6 Коэффициент мощности ( $K_P=P/S$ )	От 0,1 до 1,0	Абсолютная, $\pm 0,005$	$I$ от $0,2I_H$ до $1,2I_H$ ; $U$ от $0,2U_H$ до $1,2U_H$



Продолжение таблицы 2.7

Измеряемые параметры электрической энергии	Диапазон измерений	Вид и единица измерения погрешности, пределы допускаемой основной погрешности	Примечание
7 Частота переменного тока ( $f_1$ ), Гц	От 40 до 70	Абсолютная, Гц, $\pm 0,003$	$I$ от $0,2I_N$ до $1,2I_N$ ; $U$ от $0,2U_N$ до $1,2U_N$
8 Угол фазового сдвига между основными гармониками, градус:	От 0 до 360	Абсолютная, градус	
фазных напряжений		$\pm 0,03$	$U$ от $0,2U_N$ до $1,2U_N$
напряжения и тока одной фазы		$\pm 0,03$	$I$ от $0,2I_N$ до $1,2I_N$ $U$ от $0,2U_N$ до $1,2U_N$
9 Среднеквадратическое значение гармоники порядка $h$ <sup>2)</sup> напряжения для $h$ от 2 до 50 ( $U_{N,h}$ ), В	От 0 до $0,6U_N$	Абсолютная, В, $\pm 0,001 U_N$	$U_{N,h} \leq 0,01U_N$
		Относительная, %, $\pm 0,1$	$U_{N,h} > 0,01U_N$
10 Среднеквадратическое значение интергармоники частоты $m \cdot f_1$ напряжения для $m$ от 0,5 до 50,5 с дискретностью 1,0 ( $U_{C,m}$ ), В	От 0 до $0,15U_N$	Абсолютная, В, $\pm 0,001 U_N$	$U_{C,m} \leq 0,01U_N$
		Относительная, %, $\pm 0,1$	$U_{C,m} > 0,01U_N$
11 Среднеквадратическое значение гармоники порядка $h$ тока для $h$ от 2 до 50 ( $I_{N,h}$ ), А	От 0 до $0,6I_N$	Абсолютная, $\pm 0,001 I_N$ ;	$I_{N,h} \leq 0,01I_N$
		Относительная; $\pm 0,05$ %	$I_{N,h} > 0,01I_N$
12 Среднеквадратическое значение интергармоники частоты $m \cdot f_1$ тока для $m$ от 0,5 до 50,5 с дискретностью 1,0 ( $I_{C,m}$ ), А	От 0 до $0,15I_N$	Абсолютная, А, $\pm 0,001 I_N$	$I_{C,m} \leq 0,01I_N$
		Относительная, %, $\pm 0,05$	$I_{C,m} > 0,01I_N$
13 Угол фазового сдвига между гармониками порядка $h$ напряжения и тока одной фазы, градус	От 0 до 360	Абсолютная, градус,	$U$ от $0,2U_N$ до $1,2U_N$ ; $I$ от $0,2I_N$ до $1,2I_N$ ; $K_I(h)$ и $K_U(h)$ от 2 до 15 %
		$\pm 1,0$	для $h$ от 2 до 10
		$\pm 3,0$	для $h$ от 11 до 50
14 Коэффициент гармоники порядка $h$ напряжения для $h$ от 2 до 50 [ $K_U(h)$ ], %	От 0 до 49,9		$U$ от $0,2U$ до $1,2U_N$
		Абсолютная, % $\pm 0,01$	$K_U(h) < 1,0$
		Относительная, % 1,0	$K_U(h) \geq 1,0$
15 Коэффициент гармоники порядка $h$ тока для $h$ от 2 до 50 [ $K_I(h)$ ], %	От 0 до 49,9		$I$ от $0,2I_N$ до $1,2I_N$
		Абсолютная, %, $\pm 0,05$	$K_I(h) < 1,0$
		Относительная, %, $\pm 5$	$K_I(h) \geq 1,0$
16 Активная электрическая мощность гармоники порядка $h$ для $h$ от 2 до 50 ( $P_{(h)}$ ), Вт	от 0 до $0,05P_N$	Абсолютная, Вт, $\pm(0,00005P_N + 0,005P_{(h)})$	$U$ от $0,2U_N$ до $1,2U_N$ ; $I$ от $0,2I_N$ до $1,2I_N$ ; $ \cos \phi $ от 0,5 до 1,0; $K_I(h)$ и $K_U(h)$ от 1 до 40 %
17 Суммарный коэффициент гармоник напряжения ( $K_U$ ), %	От 0 до 49,9		$U$ от $0,2U_N$ до $1,1U_N$
		Абсолютная, %, $\pm 0,003$	$K_U < 1,0$
		Относительная, %, $\pm 0,3$	$K_U \geq 1,0$

Продолжение таблицы 2.7

Измеряемые параметры электрической энергии	Диапазон измерений	Вид и единица измерения погрешности, пределы допускаемой основной погрешности	Примечание
18 Суммарный коэффициент гармоник тока ( $K_I$ ), %	От 0 до 49,9		I от $0,2I_N$ до $1,1I_N$
		Абсолютная, %, $\pm 0,01$	$K_I < 1,0$
		Относительная; $\pm 1,0$	$K_I \geq 1,0$
19 Коэффициент несимметрии напряжения по обратной последовательности ( $K_{2U}$ ) и по нулевой последовательности ( $K_{0U}$ ), %	От 0 до 15	Абсолютная, %, $\pm 0,20$	U от $0,5U_N$ до $1,2U_N$
20 Напряжение прямой последовательности основной частоты ( $U_{1(1)}$ ), В	от 0 до $U_N$	Абсолютная, В, $\pm(0,0004U_N \times \sqrt{3})$	
21 Напряжение нулевой последовательности основной частоты ( $U_{0(1)}$ ), В	от 0 до $U_N$	Абсолютная, В, $\pm 0,001 U_N$	U от $0,5U_N$ до $1,2U_N$ ; $K_{2U} < 15 \%$ ; $K_{0U} < 15 \%$
22 Напряжение обратной последовательности основной частоты ( $U_{2(1)}$ ), В	от 0 до $U_N$	Абсолютная, В, $\pm(0,0006U_N \cdot \sqrt{3})$	
23 Ток прямой последовательности основной частоты ( $I_{1(1)}$ ), А	от 0 до $I_N$	Абсолютная, А, $\pm(0,0004I_N)$	
24 Ток нулевой последовательности основной частоты ( $I_{0(1)}$ ), А	от 0 до $I_N$	Абсолютная, А, $\pm(0,001I_N)$	
25 Ток обратной последовательности основной частоты ( $I_{2(1)}$ ), А	от 0 до $I_N$	Абсолютная, А, $\pm(0,0006I_N)$	
26 Угол фазового сдвига между напряжением и током последовательности, градус: - прямой; - обратной; - нулевой	от 0 до 360	Абсолютная, градус $\pm 0,3$	I от $0,2I_N$ до $1,2I_N$ ; U от $0,2U_N$ до $1,2U_N$ ; $I_{1(1)}, I_{2(1)}, I_{0(1)} \geq 0,02 I_N$ ; $U_{1(1)}, U_{2(1)}, U_{0(1)} \geq 0,02 U_N$
27 Кратковременная доза фликера, отн. единица	от 0,2 до 10	Относительная, % 5,0	$f = (f_{НОМ} \pm 1)$ Гц; $\Delta U/U \leq 20 \%$ ; при колебаниях напряжения, имеющих форму меандра
28 Мощность постоянного тока <sup>3)</sup> (P), Вт		Относительная, %	
	От $0,01P_N$ до $2,04P_N$	$\pm[0,04+0,01(2,04P_N/P-1)]$	$U_N$ до 480 В; $I_N=100$ А; U от $0,1U_N$ до $1,7U_N$ ; I от $0,1I_N$ до $1,2I_N$ ;
	От $0,01P_N$ до $2,55P_N$	$\pm[0,04+0,01(2,55P_N/P-1)]$	$U_N$ до 480 В; $I_N < 100$ А; U от $0,1U_N$ до $1,7U_N$ ; I от $0,1I_N$ до $1,5I_N$ ;
	От $0,01P_N$ до $1,5P_N$	$\pm[0,04+0,01(1,5P_N/P-1)]$	$U_N = 800$ В; $I_N = 100$ А; U от $0,1U_N$ до $1,25U_N$ ; I от $0,1I_N$ до $1,2I_N$ ;
От $0,01P_N$ до $1,875P_N$	$\pm[0,04+0,01(1,875P_N/P-1)]$	$U_N = 800$ В; $I_N < 100$ А; U от $0,1U_N$ до $1,25U_N$ ; I от $0,1I_N$ до $1,5I_N$ ;	

Продолжение таблицы 2.7

Измеряемые параметры электрической энергии	Диапазон измерений	Вид и единица измерения погрешности, пределы допускаемой основной погрешности	Примечание
29 Напряжение постоянного тока (U), В	От 0,1U <sub>H</sub> до 1,7U <sub>H</sub>	Относительная, %, $\pm[0,02+0,005(1,7U_H/U-1)]$	I <sub>H</sub> = 100 А
	От 0,1U <sub>H</sub> до 1,25U <sub>H</sub>	Относительная, %, $\pm[0,02+0,005(1,25U_H/U-1)]$	I <sub>H</sub> < 100 А
30 Сила постоянного тока <sup>3)</sup> (I), А	От 0,1I <sub>H</sub> до 1,2I <sub>H</sub>	Относительная, %, $\pm[0,02+0,01(1,2I_H/I-1)]$	
	От 0,1I <sub>H</sub> до 1,5I <sub>H</sub>	Относительная, %, $\pm[0,02+0,01(1,5I_H/I-1)]$	
Примечания			
1 Реактивная мощность рассчитывается методом перекрестного включения, геометрическим методом и методом сдвига сигнала напряжения на 1/4 периода основной гармоники.			
2 Частота гармонической составляющей порядка h равна h·f <sub>1</sub> .			
3 Параметры, отмеченные <sup>3)</sup> , измеряются только приборами "Энергомонитор-3.1KM x-05-1".			
4 Приборы обеспечивают измерение параметров электрического сигнала, если амплитудные значения сигналов напряжения и тока не превышают 170 % от U <sub>H</sub> и I <sub>H</sub> , соответственно.			

Таблица 2.8 - Диапазоны измерений и пределы допускаемых основных погрешностей измерения приборов "Энергомонитор-3.1KM x-05-x-x1x" при использовании токоизмерительных клещей

Измеряемые параметры электрической энергии	Диапазон измерений	Вид и единица измерения погрешности, пределы допускаемой основной погрешности	Примечание
1 Среднеквадратическое значение напряжения переменного тока и основной гармоники напряжения (U), В	От 0,1U <sub>H</sub> до 1,2U <sub>H</sub>	Относительная, %, $\pm[0,02+0,005(1,2U_H/U-1)]$	
2 Среднеквадратическое значение силы переменного тока и основной гармоники тока (I), А	От 0,05I <sub>H</sub> до 1,2I <sub>H</sub>	Относительная, %, $\pm[0,1+0,01(I_H/I-1)]^I$ $\pm[0,2+0,02(I_H/I-1)]^{II}$ $\pm[0,5+0,05(I_H/I-1)]^{III}$ $\pm[1,0+0,05(I_H/I-1)]^{IV}$ $\pm[2,0+0,1(I_H/I-1)]^V$	
3 Коэффициент мощности (K <sub>p</sub> =P/S)	От 0,1 до 1,0	Абсолютная, $\pm 0,02^I; \pm 0,02^{II}; \pm 0,05^{III}; \pm 0,05^{IV}; \pm 0,10^V$	I от 0,2I <sub>H</sub> до 1,2I <sub>H</sub> ; U от 0,2U <sub>H</sub> до 1,2U <sub>H</sub>
4 Частота переменного тока (f <sub>1</sub> ), Гц	От 40 до 70	Абсолютная, Гц $\pm 0,003$	U от 0,2U <sub>H</sub> до 1,2U <sub>H</sub> ; I от 0,2I <sub>H</sub> до 1,2I <sub>H</sub>
5 Угол фазового сдвига между основными гармониками, градус:	От 0 до 360	Абсолютная, градус	
входных напряжений		$\pm 0,03$	U от 0,2U <sub>H</sub> до 1,2U <sub>H</sub>
напряжения и тока одной фазы		$\pm 0,5$	I от 0,2I <sub>H</sub> до 1,2I <sub>H</sub> ; U от 0,2U <sub>H</sub> до 1,2U <sub>H</sub>
6 Среднеквадратическое значение гармоники порядка h <sup>2)</sup> напряжения для h от 2 до 50 (U <sub>H,h</sub> ), В	От 0 до 0,6U <sub>H</sub>	Абсолютная, В; $\pm 0,001 U_H$	U <sub>H,h</sub> ≤ 0.01U <sub>H</sub>
		Относительная, %, $\pm 0,1$	U <sub>H,h</sub> > 0.01U <sub>H</sub>
7 Среднеквадратическое значение интергармоники частоты m·f <sub>1</sub> напряжения для m от 0,5 до 50,5 с дискретностью 1,0 (U <sub>C,m</sub> ), В	От 0 до 0,15U <sub>H</sub>	Абсолютная, В, $\pm 0,001 U_H$	U <sub>C,m</sub> ≤ 0.01U <sub>H</sub>
		Относительная, %, $\pm 0,1$	U <sub>C,m</sub> > 0.01U <sub>H</sub>
8 Среднеквадратическое значение гармоники порядка h тока для h от 2 до 50 (I <sub>H,h</sub> ), А	От 0 до 0,6I <sub>H</sub>	Абсолютная, А, $\pm 0,02 I_H^I; \pm 0,04 I_H^{II}$	I <sub>H,h</sub> ≤ 0.01I <sub>H</sub>
		Относительная, %, $\pm 5^I; \pm 10^{II}$	I <sub>H,h</sub> > 0.01I <sub>H</sub>

Продолжение таблицы 2.8

Измеряемые параметры электрической энергии	Диапазон измерений	Вид и единица измерения погрешности, пределы допускаемой основной погрешности	Примечание
9 Среднеквадратическое значение интергармоники частоты $m \cdot f_1$ тока для $m$ от 0,5 до 50,5 с дискретностью 1,0 ( $I_{C,m}$ ), А	От 0 до $0,15I_H$	Абсолютная, А, $\pm 0,02 I_H^I$ ; $\pm 0,04 I_H^{II}$	$I_{C,m} \leq 0,01I_H$
		Относительная, %, $\pm 5^I$ ; $\pm 10^{II}$	$I_{C,m} > 0,01I_H$
10 Активная мощность и активная мощность основной гармоники (P), Вт	От 0,01( $U_H \cdot I_H$ ) до $1,44(U_H \cdot I_H)$	Относительная, %, $\pm 0,2^I$ ; $\pm 0,4^{II}$ ; $\pm 1,0^{III}$	$U$ от $0,1U_H$ до $1,2U_H$ ; $0,9 <  \cos \phi  \leq 1,0$
		$\pm 0,1^I$ ; $\pm 0,2^{II}$ ; $\pm 0,5^{III}$ ; $\pm 1,0^{IV}$ ; $\pm 2,0^V$	$I$ от $0,01I_H$ до $0,05I_H$ ; $I$ свыше $0,05I_H$ до $1,2I_H$ ;
			$0,5 \leq  \cos \phi  \leq 0,9$
		$\pm 0,25^I$ ; $\pm 0,5^{II}$ ;	$I$ от $0,02I_H$ до $0,1I_H$ ;
		$\pm 0,15^I$ ; $\pm 0,3^{II}$ ; $\pm 1,0^{III}$ ; $\pm 2,0^{IV}$ ; $\pm 4,0^V$	$I$ свыше $0,1I_H$ до $1,2I_H$ ;
		$\pm [0,25 + 0,02(1,44P_H/P - 1)]^I$ ; $\pm [0,5 + 0,05(1,44P_H/P - 1)]^{II}$ ; $\pm [1,0 + 0,1(1,44P_H/P - 1)]^{III}$ ; $\pm [2,0 + 0,1(1,44P_H/P - 1)]^{IV}$	$0,2 \leq  \cos \phi  < 0,5$ ; $I$ от $0,1I_H$ до $1,2I_H$
11 Реактивная электрическая мощность и реактивная электрическая мощность основной гармоники <sup>1)</sup> (Q), вар	От 0,01( $U_H \cdot I_H$ ) до $1,44(U_H \cdot I_H)$	Относительная, %	$U$ от $0,1U_H$ до $1,2U_H$ ; $0,9 <  \cos \phi  \leq 1,0$
		$\pm 0,3^I$ ; $\pm 0,75^{II}$ ; $\pm 1,5^{III}$ ;	$I$ от $0,02I_H$ до $0,05I_H$
		$\pm 0,2^I$ ; $\pm 0,5^{II}$ ; $\pm 1,0^{III}$ ; $\pm 2,0^{IV}$ ; $\pm 2,0^V$	$I$ свыше $0,05I_H$ до $1,2I_H$
			$0,5 \leq  \sin \phi  \leq 0,9$
		$\pm 0,3^I$ ; $\pm 0,75^{II}$ ; $\pm 1,5^{III}$ ;	$I$ от $0,02I_H$ до $0,1I_H$
		$\pm 0,2^I$ ; $\pm 0,5^{II}$ ; $\pm 1,0^{III}$ ; $\pm 2,0^{IV}$ ; $\pm 2,0^V$	$I$ свыше $0,1I_H$ до $1,2I_H$ ;
		$\pm 0,3^I$ ; $\pm 0,75^{II}$ ; $\pm 1,5^{III}$ ; $\pm 2,5^{IV}$ ; $\pm 2,5^V$	$0,2 \leq  \sin \phi  < 0,5$ $I$ от $0,1I_H$ до $1,2I_H$
12 Полная мощность (S), В·А		Относительная, %	$U$ от $0,1U_H$ до $1,2U_H$ ; $I$ от $0,1I_H$ до $1,2I_H$ ;
		$\pm 0,2^I$ ; $\pm 0,4^{II}$ ; $\pm 1,0^{III}$	$S < 0,1S_H$
		$\pm 0,1^I$ ; $\pm 0,2^{II}$ ; $\pm 0,5^{III}$ ; $\pm 1,0^{IV}$ ; $\pm 2,0^V$	$S$ от $0,1S_H$ до $1,44S_H$
13 Угол фазового сдвига между гармониками порядка $h$ напряжения и тока одной фазы, градус	От 0 до 360	Абсолютная, градус,	$U$ от $0,2U_H$ до $1,2U_H$ ; $I$ от $0,2I_H$ до $1,2I_H$ ; $K_I(h) \geq 5\%$ ; $K_U(h) \geq 1\%$
		$\pm 2^I$ ; $\pm 2^{II}$	для $h$ от 2 до 10
		$\pm 10^I$ ; $\pm 10^{II}$	для $h$ от 11 до 20
		$\pm 20^I$ ; $\pm 20^{II}$	для $h$ от 21 до 50
14 Коэффициент гармоник порядка $h$ напряжения для $h$ от 2 до 50 [ $K_U(h)$ ], %	От 0 до 49,9	Абсолютная, % $\pm 0,01$	$U$ от $0,2U$ до $1,2U_H$ $K_U(h) < 1\%$
		Относительная; 1,0	$K_U(h) \geq 1\%$
15 Коэффициент гармоник порядка $h$ тока для $h$ от 2 до 50 [ $K_I(h)$ ], %	От 0 до 49,9	Абсолютная, %, $\pm 0,05^I$ ; $\pm 0,05^{II}$	$I$ от $0,2I_H$ до $1,2I_H$ ; $K_I(h) < 1,0$
		Относительная, %, $\pm 5,0^I$ ; $\pm 5,0^{II}$	$K_I(h) \geq 1,0$
16 Суммарный коэффициент гармоник напряжения ( $K_U$ ), %	От 0 до 49,9	Абсолютная, %, $\pm 0,05$	$U$ от $0,2U_H$ до $1,2U_H$ $K_U < 1,0$
		Относительная, %, $\pm 5$	$K_U \geq 1,0$

Продолжение таблицы 2.8

Измеряемые параметры электрической энергии	Диапазон измерений	Вид и единица измерения погрешности, пределы допускаемой основной погрешности	Примечание
17 Суммарный коэффициент гармонических составляющих тока ( $K_I$ ), %	От 0 до 49,9		I от $0,2I_H$ до $1,2I_H$
		Абсолютная, %, $\pm 0,1$	$K_I < 1,0$
		Относительная, %, $\pm 10$	$K_I \geq 1,0$
18 Активная электрическая мощность гармоники порядка h ( $P_{(h)}$ ), Вт	от $0,003P_H$ до $0,1P_H$	Относительная, %	U от $0,2U_H$ до $1,2U_H$ ; I от $0,2I_H$ до $1,2I_H$ ; $K_I(h)$ и $K_U(h)$ от 1 до 40 %
		$\pm 5,0^I$ ; $\pm 10,0^{II}$	$ \cos \phi $ от 0,9 до 1,0; Для h от 2 до 50;
		$\pm 5,0^I$ ; $\pm 10,0^{II}$	$ \cos \phi $ от 0,5 до 0,9
		$\pm 10,0^I$ ; $\pm 20,0^{II}$	h от 2 до 10 h от 11 до 50
19 Коэффициент несимметрии напряжения по обратной последовательности ( $K_{2U}$ ) и по нулевой последовательности ( $K_{0U}$ ), %	От 0 до 15	Абсолютная, %, $\pm 0,20$	U от $0,5U_H$ до $1,2U_H$ ;
20 Напряжение прямой последовательности основной частоты ( $U_{1(1)}$ ), В	от 0 до $U_H$	Абсолютная, В, $\pm(0,0004U_H \times \sqrt{3})$	
21 Напряжение нулевой последовательности основной частоты ( $U_{0(1)}$ ), В	от 0 до $U_H$	Абсолютная, В, $\pm 0,001 U_H$	U от $0,5U_H$ до $1,2U_H$ ; $K_{2U} < 15\%$ ; $K_{0U} < 15\%$
22 Напряжение обратной последовательности основной частоты ( $U_{2(1)}$ ), В	от 0 до $U_H$	Абсолютная, В, $\pm(0,0006U_H \cdot \sqrt{3})$	
23 Токи прямой, нулевой и обратной последовательности основной частоты ( $I_{1(1)}$ , $I_{0(1)}$ и $I_{2(1)}$ ), А	от 0 до $I_H$	Абсолютная, А	
		$\pm(0,01I_H)^I$ ; $\pm(0,01I_H)^{II}$	I от $0,01I_H$ до $1,2I_H$ ;
		$\pm(0,02I_H)^{III}$ ; $\pm(0,02I_H)^{IV}$	I от $0,05I_H$ до $1,2I_H$
24 Кратковременная доза фликера, отн. единица	от 0,2 до 10	Относительная, %, 5,0	$f = (f_{НОМ} \pm 1)$ Гц; $\Delta U/U \leq 20\%$ ; при колебаниях напряжения, имеющих форму меандра
25 Напряжение постоянного тока (U), В		Относительная, %	
	От $0,1U_H$ до $1,7U_H$	$\pm[0,02+0,005(1,7U_H/U-1)]$	$U_H$ до 480 В
	От $0,1U_H$ до $1,25U_H$	$\pm[0,02+0,005(1,25U_H/U-1)]$	$U_H = 800$ В

Примечания

1 Реактивная мощность рассчитывается методом перекрестного включения, геометрическим методом и методом сдвига сигнала напряжения на 1/4 периода основной гармоники.

2 Частота гармонической составляющей порядка h равна  $h \cdot f_1$ .

3 Значения погрешности, отмеченные "I", "II", "III", "IV" и "V" относятся к прибору при выполнении измерений с использованием токоизмерительных клещей класса точности 0,1 ("I"), 0,2 ("II"), 0,5 ("III"), 1,0 ("IV") и 2,0 ("V"). Номинальные значения силы переменного тока ( $I_H$ ) соответствуют номинальным значениям токоизмерительных клещей из комплекта поставки.

4 Приборы обеспечивают измерение параметров электрического сигнала, если амплитудные значения сигналов напряжения и тока не превышают 170 % от  $U_H$  и  $I_H$ , соответственно.

Таблица 2.9 - Диапазоны измерений и пределы допускаемых основных погрешностей измерения приборов "Энергомонитор-3.1КМ х-10" без использования токоизмерительных клещей

Измеряемые параметры электрической энергии	Диапазон измерений	Вид и единица измерения погрешности, пределы допускаемой основной погрешности	Примечание
1 Среднеквадратическое значение напряжения переменного тока (U), В	От 0,1U <sub>Н</sub> до 1,2U <sub>Н</sub>	Относительная, %, ± [0,04+0,01(1,2U <sub>Н</sub> /U-1)]	
2 Среднеквадратическое значение силы переменного тока и основной гармоники тока (I), А	От 0,1I <sub>Н</sub> до 1,2I <sub>Н</sub>	Относительная, %, ±[0,04+0,01(1,2I <sub>Н</sub> /I-1)]	
3 Активная мощность и активная мощность основной гармоники (P), Вт	U от 0,1U <sub>Н</sub> до 1,2U <sub>Н</sub> ; I от 0,1I <sub>Н</sub> до 1,2I <sub>Н</sub>	Относительная, ±[0,1+0,01(1,44P <sub>Н</sub> /P-1)] %	P <sub>Н</sub> = U <sub>Н</sub> · I <sub>Н</sub> ;  cos φ  от 0.2 до 1,0
4 Реактивная мощность и реактивная мощность основной гармоники <sup>1)</sup> (Q), вар		Относительная, %, ±[0,2+0,02(1,44Q <sub>Н</sub> /Q-1)]	Q <sub>Н</sub> = U <sub>Н</sub> · I <sub>Н</sub> ;  sin φ  от 0.2 до 1,0
5 Полная мощность (S), В·А		Относительная, %, ±[0,1+0,01(1,2U <sub>Н</sub> /U+1,2I <sub>Н</sub> /I-2)]	
6 Коэффициент мощности (K <sub>P</sub> = P/S)	От 0,1 до 1,0	Абсолютная, ±0,02	I от 0,2I <sub>Н</sub> до 1,2I <sub>Н</sub> ; U от 0,2U <sub>Н</sub> до 1,2U <sub>Н</sub>
7 Частота переменного тока (f <sub>1</sub> ), Гц	От 40 до 70	Абсолютная, Гц ±0,01	I от 0,2I <sub>Н</sub> до 1,2I <sub>Н</sub> ; U от 0,2U <sub>Н</sub> до 1,2U <sub>Н</sub>
8 Угол фазового сдвига между основными гармониками, градус:	От 0 до 360	Абсолютная, градус	
фазных напряжений		±0,05	U от 0,2U <sub>Н</sub> до 1,2U <sub>Н</sub>
напряжения и тока одной фазы		±0,05	I от 0,2I <sub>Н</sub> до 1,2I <sub>Н</sub> ; U от 0,2U <sub>Н</sub> до 1,2U <sub>Н</sub>
9 Среднеквадратическое значение гармоники порядка h <sup>2)</sup> напряжения для h от 2 до 50 (U <sub>Н,h</sub> ), В	От 0 до 0,6U <sub>Н</sub>	Абсолютная, В, ±0.002 U <sub>Н</sub>	U <sub>Н,h</sub> ≤ 0.01U <sub>Н</sub>
		Относительная, %, ±0.2	U <sub>Н,h</sub> > 0.01U <sub>Н</sub>
10 Среднеквадратическое значение интергармоники частоты m·f <sub>1</sub> напряжения для m от 0,5 до 50,5 с дискретностью 1,0 (U <sub>С,m</sub> ), В	От 0 до 0,15U <sub>Н</sub>	Абсолютная, В, ±0.002 U <sub>Н</sub>	U <sub>С,m</sub> ≤ 0.01U <sub>Н</sub>
		Относительная, %, ±0.2	U <sub>С,m</sub> > 0,01U <sub>Н</sub>
11 Среднеквадратическое значение гармоники порядка h тока для h от 2 до 50 (I <sub>Н,h</sub> ), А	От 0 до 0,6I <sub>Н</sub>	Абсолютная, А, ±0.002 I <sub>Н</sub>	I <sub>Н,h</sub> ≤ 0,01I <sub>Н</sub>
		Относительная, %, ±0.1	I <sub>Н,h</sub> > 0,01I <sub>Н</sub>
12 Среднеквадратическое значение интергармоники частоты m·f <sub>1</sub> тока для m от 0,5 до 50,5 с дискретностью 1,0 (I <sub>С,m</sub> ), А	От 0 до 0,15I <sub>Н</sub>	Абсолютная, А, ±0.002I <sub>Н</sub>	I <sub>С,m</sub> ≤ 0,01I <sub>Н</sub>
		Относительная, %, ±0.1	I <sub>С,m</sub> > 0,01I <sub>Н</sub>
13 Угол фазового сдвига между гармониками порядка h напряжения и тока одной фазы, градус	От 0 до 360	Абсолютная, градус	U от 0,2U <sub>Н</sub> до 1,2U <sub>Н</sub> ; I от 0,2I <sub>Н</sub> до 1,2I <sub>Н</sub> ; K <sub>I</sub> (h) и K <sub>U</sub> (h) от 2 до 15 %
		±1,0	для h от 2 до 10
		±3,0	для h от 11 до 50
14 Коэффициент гармоники порядка h напряжения [K <sub>U</sub> (h)] и тока [K <sub>I</sub> (h)] для h от 2 до 50, %	От 0 до 49,9		U от 0,2U до 1,2U <sub>Н</sub> ; I от 0,2I <sub>Н</sub> до 1,2I <sub>Н</sub>
		Абсолютная, %, ±0,05	K <sub>U</sub> (h) < 1.0 K <sub>I</sub> (h) < 1.0
		Относительная, %, 5	K <sub>U</sub> (h) ≥ 1.0 K <sub>I</sub> (h) ≥ 1.0

Продолжение таблицы 2.9

Измеряемые параметры электрической энергии	Диапазон измерений	Вид и единица измерения погрешности, пределы допускаемой основной погрешности	Примечание
14 Коэффициент гармоник порядка $h$ напряжения $[K_U(h)]$ и тока $[K_I(h)]$ для $h$ от 2 до 50, %	От 0 до 49,9		$U$ от $0,2U_N$ до $1,2U_N$ ; $I$ от $0,2I_N$ до $1,2I_N$
		Абсолютная, %, $\pm 0,05$	$K_U(h) < 1,0$ $K_I(h) < 1,0$
		Относительная, %, 5	$K_U(h) \geq 1,0$ $K_I(h) \geq 1,0$
15 Активная электрическая мощность гармоник порядка $h$ для $h$ от 2 до 50 ( $P_{(h)}$ ), Вт	от 0 до $0,05P_N$	Абсолютная, Вт, $\pm(0,0001P_N + 0,005P_{(h)})$	Для $h$ от 2 до 50; $U$ от $0,2U_N$ до $1,2U_N$ ; $I$ от $0,2I_N$ до $1,2I_N$ ; $ \cos \phi $ от 0,5 до 1,0; $K_I(h)$ и $K_U(h)$ от 1 до 40 %
16 Суммарный коэффициент гармоник напряжения ( $K_U$ ) и суммарный коэффициент гармоник тока ( $K_I$ ), %	От 0 до 49,9		$U$ от $0,2U_N$ до $1,2U_N$ ; $I$ от $0,2I_N$ до $1,2I_N$
		Абсолютная, %, $\pm 0,05$	$K_U < 1,0$ ; $K_I < 1,0$
		Относительная, %, $\pm 5$	$K_U \geq 1,0$ $K_I \geq 1,0$
17 Коэффициент несимметрии напряжения по обратной последовательности ( $K_{2U}$ ) и по нулевой последовательности ( $K_{0U}$ ), %	От 0 до 15	Абсолютная, %, $\pm 0,20$	$U$ от $0,5U_N$ до $1,2U_N$ ;
18 Напряжение прямой последовательности основной частоты ( $U_{1(1)}$ ), В	от 0 до $U_N$	Абсолютная, В, $\pm(0,001U_N \cdot \sqrt{3})$	
19 Напряжение нулевой последовательности основной частоты ( $U_{0(1)}$ ), В	от 0 до $U_N$	Абсолютная, В, $\pm 0,002 U_N$	$U$ от $0,5U_N$ до $1,2U_N$ ; $K_{2U} < 15 \%$ ; $K_{0U} < 15 \%$
20 Напряжение обратной последовательности основной частоты ( $U_{2(1)}$ ), В	от 0 до $U_N$	Абсолютная, В, $\pm(0,002U_N \cdot \sqrt{3})$	
21 Ток прямой последовательности основной частоты ( $I_{1(1)}$ ), А	от 0 до $I_N$	Абсолютная, А, $\pm(0,001I_N)$	
22 Ток нулевой последовательности основной частоты ( $I_{0(1)}$ ), А	от 0 до $I_N$	Абсолютная, А, $\pm(0,002I_N)$	
23 Ток обратной последовательности основной частоты ( $I_{2(1)}$ ), А	от 0 до $I_N$	Абсолютная, А, $\pm(0,002I_N)$	
24 Угол фазового сдвига между напряжением и током последовательности, градус: - прямой; - обратной; - нулевой	от 0 до 360	Абсолютная, градус $\pm 1,0$	$I$ от $0,2I_N$ до $1,2I_N$ ; $U$ от $0,2U_N$ до $1,2U_N$ ; $I_{1(1)}, I_{2(1)}, I_{0(1)} \geq 0,02 I_N$ ; $U_{1(1)}, U_{2(1)}, U_{0(1)} \geq 0,02 U_N$
25 Кратковременная доза фликера, отн. единица	от 0,2 до 10	Относительная, %, 5,0	$f = (f_{ном} \pm 1)$ Гц; $\Delta U/U \leq 20 \%$ ; при колебаниях напряжения, имеющих форму меандра
26 Напряжение постоянного тока ( $U$ ), В	От $0,1U_N$ до $1,7U_N$	Относительная, %, $\pm[0,04+0,01(1,7U_N/U-1)]$	$U_N$ до 480 В
	От $0,1U_N$ до $1,25U_N$	Относительная, %, $\pm[0,04+0,01(1,25U_N/U-1)]$	$U_N = 800$ В

Продолжение таблицы 2.9

Измеряемые параметры электрической энергии	Диапазон измерений	Вид и единица измерения погрешности, пределы допускаемой основной погрешности	Примечание
27 Сила постоянного тока (I), А <sup>3)</sup>	От 0,1I <sub>Н</sub> до 1,2I <sub>Н</sub>	Относительная, %, ±[0,04+0,01(1,2I <sub>Н</sub> /I - 1)]	I <sub>Н</sub> = 100 А
	От 0,1I <sub>Н</sub> до 1,5I <sub>Н</sub>	Относительная, %, ±[0,04+0,01(1,5I <sub>Н</sub> /I - 1)]	I <sub>Н</sub> < 100 А
28 Электрическая мощность постоянного тока (P), Вт <sup>3)</sup>		Относительная, %, ±[0,08+0,01(2,04P <sub>Н</sub> /P-1)]	U <sub>Н</sub> до 480 В; I <sub>Н</sub> = 100 А; U от 0,1U <sub>Н</sub> до 1,7U <sub>Н</sub> ; I от 0,1I <sub>Н</sub> до 1,2I <sub>Н</sub> ;
	От 0,01P <sub>Н</sub> до 2,04P <sub>Н</sub>	±[0,08+0,01(2,04P <sub>Н</sub> /P-1)]	U <sub>Н</sub> до 480 В; I <sub>Н</sub> < 100 А; U от 0,1U <sub>Н</sub> до 1,7U <sub>Н</sub> ; I от 0,1I <sub>Н</sub> до 1,5I <sub>Н</sub> ;
	От 0,01P <sub>Н</sub> до 2,55P <sub>Н</sub>	±[0,08+0,01(2,55P <sub>Н</sub> /P-1)]	U <sub>Н</sub> = 800 В; I <sub>Н</sub> = 100 А; U от 0,1U <sub>Н</sub> до 1,25U <sub>Н</sub> ; I от 0,1I <sub>Н</sub> до 1,2I <sub>Н</sub> ;
	От 0,01P <sub>Н</sub> до 1,875P <sub>Н</sub>	±[0,08+0,01(1,875P <sub>Н</sub> /P-1)]	U <sub>Н</sub> = 800 В; I <sub>Н</sub> < 100 А; U от 0,1U <sub>Н</sub> до 1,25U <sub>Н</sub> ; I от 0,1I <sub>Н</sub> до 1,5I <sub>Н</sub> ;
<b>Примечания</b> 1 Реактивная мощность рассчитывается методом перекрестного включения, геометрическим методом и методом сдвига сигнала напряжения на 1/4 периода основной гармоники. 2 Частота гармонической составляющей порядка h равна h·f <sub>1</sub> . 3 Параметры, отмеченные <sup>3)</sup> , измеряются только приборами "Энергомонитор-3.1КМ х-10-1". 4 Приборы обеспечивают измерение параметров электрического сигнала, если амплитудные значения сигналов напряжения и тока не превышают 170 % от U <sub>Н</sub> и I <sub>Н</sub> , соответственно.			

Таблица 2.10 - Диапазоны измерений и пределы допускаемых основных погрешностей измерения приборов "Энергомонитор-3.1КМ х-10" при использовании токоизмерительных клещей

Измеряемые параметры электрической энергии	Диапазон измерений	Вид и единица измерения погрешности, пределы допускаемой основной погрешности	Примечание
1 Среднеквадратическое значение напряжения переменного тока и основной гармоники напряжения (U), В	От 0,1U <sub>Н</sub> до 1,2U <sub>Н</sub>	Относительная, %, ± [0,04+0,01(1,2U <sub>Н</sub> /U-1)]	
2 Среднеквадратическое значение силы переменного тока и основной гармоники тока (I), А	От 0,05I <sub>Н</sub> до 1,2I <sub>Н</sub>	Относительная, %, ±[0,1+0,01(I <sub>Н</sub> /I - 1)] <sup>I</sup> ±[0,2+0,02(I <sub>Н</sub> /I - 1)] <sup>II</sup> ±[0,5+0,05(I <sub>Н</sub> /I - 1)] <sup>III</sup> ±[1,0+0,05(I <sub>Н</sub> /I - 1)] <sup>IV</sup> ±[2,0+0,1(I <sub>Н</sub> /I - 1)] <sup>V</sup>	
3 Коэффициент мощности (K <sub>р</sub> = P/S)	От 0,1 до 1,0	Абсолютная, ±0,02 <sup>I</sup> ; ±0,02 <sup>II</sup> ; ±0,05 <sup>III</sup> ; ±0,05 <sup>IV</sup> ; ±0,10 <sup>V</sup>	I от 0,2I <sub>Н</sub> до 1,2I <sub>Н</sub> ; U от 0,2U <sub>Н</sub> до 1,2U <sub>Н</sub>
4 Частота переменного тока (f <sub>1</sub> ), Гц	От 40 до 70	Абсолютная, Гц, ±0,01	U от 0,2U <sub>Н</sub> до 1,2U <sub>Н</sub> ; I от 0,2I <sub>Н</sub> до 1,2I <sub>Н</sub>
5 Угол фазового сдвига между основными гармоническими составляющими фазных напряжений, градус	От 0 до 360°	Абсолютная, градус, ±0,2	U от 0,2U <sub>Н</sub> до 1,2U <sub>Н</sub>
напряжения и тока одной фазы (φ <sub>1</sub> ), градус		±0,5	U от 0,2U <sub>Н</sub> до 1,2U <sub>Н</sub> ; I от 0,2I <sub>Н</sub> до 1,2I <sub>Н</sub>
6 Среднеквадратическое значение гармоники порядка h <sup>2)</sup> напряжения для h от 2 до 50 (U <sub>Н,h</sub> ), В	От 0 до 0,6U <sub>Н</sub>	Абсолютная, В, ±0,002 U <sub>Н</sub>	U <sub>Н,h</sub> ≤ 0,01U <sub>Н</sub>
		Относительная, %, ±0,2	U <sub>Н,h</sub> > 0,01U <sub>Н</sub>



Продолжение таблицы 2.10

Измеряемые параметры электрической энергии	Диапазон измерений	Вид и единица измерения погрешности, пределы допускаемой основной погрешности	Примечание
7 Активная мощность и активная мощность основной гармоники (P), Вт		Относительная, %	U от 0,1U <sub>H</sub> до 1,2U <sub>H</sub> ; 0,9 <  cos φ  ≤ 1,0
		±0,2 <sup>I</sup> ; ±0,4 <sup>II</sup> ; ±1,0 <sup>III</sup>	I от 0,01I <sub>H</sub> до 0,05I <sub>H</sub>
		±0,1 <sup>I</sup> ; ±0,2 <sup>II</sup> ; ±0,5 <sup>III</sup> ; ±1,0 <sup>IV</sup> ; ±2,0 <sup>V</sup>	I свыше 0,05I <sub>H</sub> до 1,2I <sub>H</sub>
			0,5 ≤  cos φ  ≤ 0,9
		±0,25 <sup>I</sup> ; ±0,5 <sup>II</sup> ; ±0,15 <sup>I</sup> ; ±0,3 <sup>II</sup> ; ±1,0 <sup>III</sup> ; ±2,0 <sup>IV</sup> ; ±4,0 <sup>V</sup>	I от 0,02I <sub>H</sub> до 0,1I <sub>H</sub> I свыше 0,1I <sub>H</sub> до 1,2I <sub>H</sub>
			0,2 ≤  cos φ  < 0,5
		±[0,25+0,02(1,44P <sub>H</sub> /P - 1)] <sup>I</sup> ; ±[0,5+0,05(1,44P <sub>H</sub> /P - 1)] <sup>II</sup> ; ±[1,0+0,1(1,44P <sub>H</sub> /P - 1)] <sup>III</sup> ; ±[2,0+0,1(1,44P <sub>H</sub> /P - 1)] <sup>IV</sup>	I от 0,1I <sub>H</sub> до 1,2I <sub>H</sub>
8 Реактивная электрическая мощность и реактивная электрическая мощность основной гармоники <sup>1)</sup> (Q), вар	От 0,01(U <sub>H</sub> ·I <sub>H</sub> ) до 1,44(U <sub>H</sub> ·I <sub>H</sub> )	Относительная, %	U от 0,1U <sub>H</sub> до 1,1U <sub>H</sub> ; 0,9 <  cos φ  ≤ 1,0
		±0,3 <sup>I</sup> ; ±0,75 <sup>II</sup> ; ±1,5 <sup>III</sup> ; ±0,2 <sup>I</sup> ; ±0,5 <sup>II</sup> ; ±1,0 <sup>III</sup> ; ±2,0 <sup>IV</sup> ; ±2,0 <sup>V</sup>	I от 0,02I <sub>H</sub> до 0,05I <sub>H</sub> I свыше 0,05I <sub>H</sub> до 1,2I <sub>H</sub>
			0,5 ≤  cos φ  ≤ 0,9
		±0,3 % <sup>I</sup> ; ±0,75 % <sup>II</sup> ; ±1,5 % <sup>III</sup> ; ±0,2 <sup>I</sup> ; ±0,5 <sup>II</sup> ; ±1,0 <sup>III</sup> ; ±2,0 <sup>IV</sup> ; ±2,0 <sup>V</sup>	I от 0,02I <sub>H</sub> до 0,1I <sub>H</sub> I свыше 0,1I <sub>H</sub> до 1,2I <sub>H</sub>
		±0,3 <sup>I</sup> ; ±0,75 <sup>II</sup> ; ±1,5 <sup>III</sup> ; ±2,5 <sup>IV</sup> ; ±2,5 <sup>V</sup>	0,2 ≤  cos φ  < 0,5 I от 0,1I <sub>H</sub> до 1,2I <sub>H</sub>
9 Полная электрическая мощность (S), В·А		Относительная, %	U от 0,1U <sub>H</sub> до 1,2U <sub>H</sub> ; I от 0,1I <sub>H</sub> до 1,2I <sub>H</sub> ;
		±0,2 <sup>I</sup> ; ±0,4 <sup>II</sup> ; ±1,0 <sup>II</sup>	S < 0,1S <sub>H</sub>
		±0,1 <sup>I</sup> ; ±0,2 <sup>II</sup> ; ±0,5 <sup>III</sup> ; ±1,0 <sup>IV</sup> ; ±2,0 <sup>V</sup>	S от 0,1S <sub>H</sub> до 1,44S <sub>H</sub>
10 Среднеквадратическое значение интергармоники частоты m·f <sub>1</sub> напряжения для m от 0,5 до 50,5 с дискретностью 1,0 (U <sub>C,m</sub> ), В	От 0 до 0,15U <sub>H</sub>	Абсолютная, В ±0,002 U <sub>H</sub>	U <sub>C,m</sub> ≤ 0,01U <sub>H</sub>
		Относительная, % ±0,2	U <sub>C,m</sub> > 0,01U <sub>H</sub>
11 Среднеквадратическое значение гармоники порядка h тока для h от 2 до 50 (I <sub>H,h</sub> ), А	От 0 до 0,6I <sub>H</sub>	Абсолютная, ±0,02 I <sub>H</sub> <sup>I</sup> ; ±0,04 I <sub>H</sub> <sup>II</sup>	I <sub>H,h</sub> ≤ 0,01I <sub>H</sub>
		Относительная; ±5 % <sup>I</sup> ; ±10 % <sup>II</sup>	I <sub>H,h</sub> > 0,01I <sub>H</sub>
12 Среднеквадратическое значение интергармоники частоты m·f <sub>1</sub> тока для m от 0,5 до 50,5 с дискретностью 1,0 (I <sub>C,m</sub> ), А	От 0 до 0,15I <sub>H</sub>	Абсолютная, А, ±0,02 I <sub>H</sub> <sup>I</sup> ; ±0,04 I <sub>H</sub> <sup>II</sup>	I <sub>C,m</sub> ≤ 0,01I <sub>H</sub>
		Относительная, %, ±5 <sup>I</sup> ; ±10 <sup>II</sup>	I <sub>C,m</sub> > 0,01I <sub>H</sub>
13 Угол фазового сдвига между гармониками порядка h напряжения и тока одной фазы, градус	От 0 до 360	Абсолютная, градус,	U от 0,2U <sub>H</sub> до 1,2U <sub>H</sub> ; I от 0,2I <sub>H</sub> до 1,2I <sub>H</sub> ; K <sub>I</sub> (h) ≥ 5%; K <sub>U</sub> (h) ≥ 1%
		±2 <sup>I</sup> ; ±2 <sup>II</sup>	для h от 2 до 10
		±10 <sup>I</sup> ; ±10 <sup>II</sup>	для h от 11 до 20
		±20 <sup>I</sup> ; ±20 <sup>II</sup>	для h от 21 до 50
14 Коэффициент гармоники порядка h напряжения для h от 2 до 50 [K <sub>U</sub> (h)], %	От 0 до 49,9		U от 0,2U до 1,2U <sub>H</sub>
		Абсолютная, %, ±0,05	K <sub>U</sub> (h) < 1,0
		Относительная, %, 5	K <sub>U</sub> (h) ≥ 1,0

Продолжение таблицы 2.10

Измеряемые параметры электрической энергии	Диапазон измерений	Вид и единица измерения погрешности, пределы допускаемой основной погрешности	Примечание
15 Коэффициент гармоник порядка $h$ тока для $h$ от 2 до 50 [ $K_I(h)$ ], %	От 0 до 49,9		$I$ от $0,2I_N$ до $1,2I_N$ ;
		Абсолютная, %, $\pm 0,05^I$ ; $\pm 0,05^{II}$	$K_I(h) < 1,0$
		Относительная, %, $\pm 5,0^I$ ; $\pm 5,0^{II}$	$K_I(h) \geq 1,0$
16 Суммарный коэффициент гармоник напряжения ( $K_U$ ), %	От 0 до 49,9		$U$ от $0,2U_N$ до $1,2U_N$
		Абсолютная; $\pm 0,05$ %	$K_U < 1,0$
		Относительная; $\pm 5$ %	$K_U \geq 1,0$
17 Суммарный коэффициент гармонических составляющих тока ( $K_I$ ), %	От 0 до 49,9		$I$ от $0,2I_N$ до $1,2I_N$
		Абсолютная; $\pm 0,1$ %	$K_I < 1,0$
		Относительная; $\pm 10$ %	$K_I \geq 1,0$
18 Активная электрическая мощность гармонической составляющей порядка $h$ ( $P_{(h)}$ ), Вт	от $0,003P_N$ до $0,1P_N$		$U$ от $0,2U_N$ до $1,2U_N$ ; $I$ от $0,2I_N$ до $1,2I_N$ ; $K_I(h)$ и $K_U(h)$ от 1 до 40%
		$\pm 5,0^I$ ; $\pm 10,0^{II}$	$ \cos \phi $ от 0,9 до 1,0
			$ \cos \phi $ от 0,5 до 0,9
		$\pm 5,0^I$ ; $\pm 10,0^{II}$ $\pm 10,0^I$ ; $\pm 20,0^{II}$	$h$ от 2 до 10 $h$ от 11 до 50
19 Коэффициент несимметрии напряжения по обратной последовательности ( $K_{2U}$ ) и по нулевой последовательности ( $K_{0U}$ ), %	От 0 до 15	Абсолютная, %, $\pm 0,20$	$U$ от $0,5U_N$ до $1,2U_N$ ;
20 Напряжение прямой последовательности основной частоты ( $U_{1(1)}$ ), В	от 0 до $U_N$	Абсолютная, В, $\pm(0,001U_N \cdot \sqrt{3})$	
21 Напряжение нулевой последовательности основной частоты ( $U_{0(1)}$ ), В	от 0 до $U_N$	Абсолютная, В, $\pm(0,002U_N)$	$U$ от $0,5U_N$ до $1,1U_N$ ; $K_{2U} < 15$ %; $K_{0U} < 15$ %;
22 Напряжение обратной последовательности основной частоты ( $U_{2(1)}$ ), В	от 0 до $U_N$	Абсолютная, В, $\pm(0,002U_N \cdot \sqrt{3})$	
23 Токи прямой, нулевой и обратной последовательности основной частоты ( $I_{1(1)}$ , $I_{0(1)}$ и $I_{2(1)}$ ), А	от 0 до $I_N$		
		$\pm(0,01I_N)^I$ ; $\pm(0,01I_N)^{II}$	$I$ от $0,01I_N$ до $1,2I_N$ ;
		$\pm(0,02I_N)^{III}$ ; $\pm(0,02I_N)^{IV}$	$I$ от $0,05I_N$ до $1,2I_N$
24 Кратковременная доза фликера, отн. единица	от 0,2 до 10	Относительная, %, 5,0	$f = (f_{НОМ} \pm 1)$ Гц; $\Delta U/U \leq 20$ %; при колебаниях напряжения, имеющих форму меандра
25 Напряжение постоянного тока ( $U$ ), В		Относительная, %,	
	От $0,1U_N$ до $1,7U_N$	$\pm[0,04+0,01(1,7U_N/U-1)]$	$U_N$ до 480 В
	От $0,1U_N$ до $1,25U_N$	$\pm[0,04+0,01(1,25U_N/U-1)]$	$U_N = 800$ В
<b>Примечания</b> 1 Реактивная мощность рассчитывается методом перекрестного включения, геометрическим методом и методом сдвига сигнала напряжения на $1/4$ периода основной гармоники. 2 Частота гармонической составляющей порядка $h$ равна $h \cdot f_1$ . 3 Значения погрешности, отмеченные "I", "II", "III", "IV" и "V" относятся к прибору при выполнении измерений с использованием токоизмерительных клещей класса точности 0,1 ("I"), 0,2 ("II"), 0,5 ("III"), 1,0 ("IV") и 2,0 ("V"). Номинальные значения силы переменного тока ( $I_N$ ) соответствуют номинальным значениям токоизмерительных клещей из комплекта поставки. 4 Приборы обеспечивают измерение параметров электрического сигнала, если амплитудные значения сигналов напряжения и тока не превышают 170 % от $U_N$ и $I_N$ , соответственно.			

Таблица 2.11 - Диапазоны измерений и пределы допускаемых основных погрешностей приборов "Энергомонитор-3.1КМ х-02-хх1" при поверке ИТН и ИТТ

Измеряемая величина	Диапазон измерений, единица измерений	Вид погрешности, пределы допускаемой основной погрешности измерений	Примечание
1 Погрешность напряжения ИТН		абсолютная, %	U от 0,2U <sub>НОМ</sub> до 1,2U <sub>НОМ</sub> ; f = (f <sub>НОМ</sub> ± 1) Гц
	±0,1999 %	± 0,002	
	±1,999 %	± 0,02	
	±19,99 %	± 0,2	
2 Угловая погрешность ИТН		абсолютная, минута.	
	±600 минут	± 0,1	
	±180 градусов	± 1,0	
3 Токовая погрешность ИТТ		абсолютная, %,	I от 0,01I <sub>НОМ</sub> до 1,2I <sub>НОМ</sub> ; f = (f <sub>НОМ</sub> ± 1) Гц
	±0,1999 %	± 0,002	
	±1,999 %	± 0,02	
	±19,99 %	± 0,2	
4 Угловая погрешность ИТТ		абсолютная, минута,	
	±600 минут	± 0,1	
	±180 градусов	± 1,0	

U<sub>НОМ</sub> – номинальное вторичное напряжение поверяемого ИТН (от 100/√3 до 800 В);  
I<sub>НОМ</sub> – номинальный вторичный ток поверяемого ИТТ (1 или 5 А);  
f<sub>НОМ</sub> - номинальная частота поверяемого ИТТ или ИТН (50 или 60 Гц).

Таблица 2.12 - Диапазоны измерений и пределы допускаемых основных погрешностей приборов "Энергомонитор-3.1КМ х-05-хх1" и "Энергомонитор-3.1КМ х-10-хх1" при поверке ИТН и ИТТ

Измеряемая величина	Диапазон измерений, единица измерения	Вид погрешности, пределы допускаемой основной погрешности измерений	Примечание
1 Погрешность напряжения ИТН		абсолютная, %,	U от 0,2U <sub>НОМ</sub> до 1,2U <sub>НОМ</sub> ; f = (f <sub>НОМ</sub> ± 1) Гц
	±0,1999 %	±0,005	
	±1,999 %	±0,05	
	±19,99 %	±0,5	
2 Угловая погрешность ИТН		абсолютная, минута	
	±600 минут	± 0,2	
	±180 градусов	± 2,0	
3 Токовая погрешность ИТТ		абсолютная, %,	I от 0,01I <sub>НОМ</sub> до 1,2I <sub>НОМ</sub> ; f = (f <sub>НОМ</sub> ± 1) Гц
	±0,1999 %	±0,005	
	±1,999 %	±0,05	
	±19,99 %	±0,5	
4 Угловая погрешность ИТТ		абсолютная, минута	
	±600 минут	± 0,2	
	±180 градусов	± 2,0	

U<sub>НОМ</sub> – номинальное вторичное напряжение поверяемого ИТН (от 100/√3 до 800 В);  
I<sub>НОМ</sub> – номинальный вторичный ток поверяемого ИТТ (1 или 5 А);  
f<sub>НОМ</sub> - номинальная частота поверяемого ИТТ или ИТН (50 или 60 Гц).

2.4.4 Электропитание Установки «УППУ-МЭ» осуществляется от сети переменного тока (220 ±22) В, (50 ±2,5) Гц.

Коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения питания должен быть не более 5 %.

## 2.5 Устройство и работа установки

### 2.5.1 Принцип работы

Принцип работы Установки основан на сравнении показаний эталонного СИ и поверяемого прибора, выполняющих измерение параметра сигнала, формируемого ИИС.

Для формирования испытательных сигналов переменного тока в Установке используются: генератор "Энергоформа-3.1", усилители напряжения (блок "УН-3.1") и усилители тока (три блока "УТ-3.1"). Для расширения диапазона выходного напряжения ИИС до 0,1 В в состав установки включается делитель напряжения "ДНИ-3.1" (IVD-3.1).

Для формирования испытательных сигналов постоянного тока в Установке дополнительно используется блок "УТНП", состоящий из источников питания постоянного тока АКПП-1133-300-2,5 и АКПП-1133-6-100 (только для модификации "УППУ-МЭ 3.1КМ-С-ХХД").

В генераторе "Энергоформа-3.1" производится задание цифровой модели сигнала и преобразование ее в аналоговую форму, а также формирование сигналов управления "УН-3.1" и "УТ-3.1" (они имеют несколько поддиапазонов). Задание цифровой модели сигнала осуществляется следующими способами:

- заданием со встроенной клавиатуры;
- записью данных о сигнале в Установку из библиотеки ПК по интерфейсу RS-232 с помощью программного обеспечения "Энергоформа".

На аналоговых выходах генератора формируются напряжения переменного тока, пропорциональные сигналам напряжения (три выхода) и тока (три выхода).

Сигналы с выходов усилителей тока и напряжения подаются на эталонный прибор "Энергомонитор-3.1КМ" и на поверяемый прибор.

Принцип действия эталонного СИ ("Энергомонитор-3.1КМ"), входящего в состав Установки, основан на аналого-цифровом преобразовании мгновенных значений входных сигналов напряжения и тока в цифровые коды, из которых формируются массивы оцифрованных выборок, с последующим вычислением значений измеряемых величин из полученного массива данных в соответствии с встроенным программным обеспечением (далее - ВПО) СИ. ВПО хранится в энергонезависимой памяти EEPROM модуля центрального процессора прибора.

Установки могут быть использованы автономно или в сочетании с персональным компьютером (ПК), расширяющим ее функциональные возможности при калибровке и поверке эталонных и рабочих средств измерений (СИ) электроэнергетических величин:

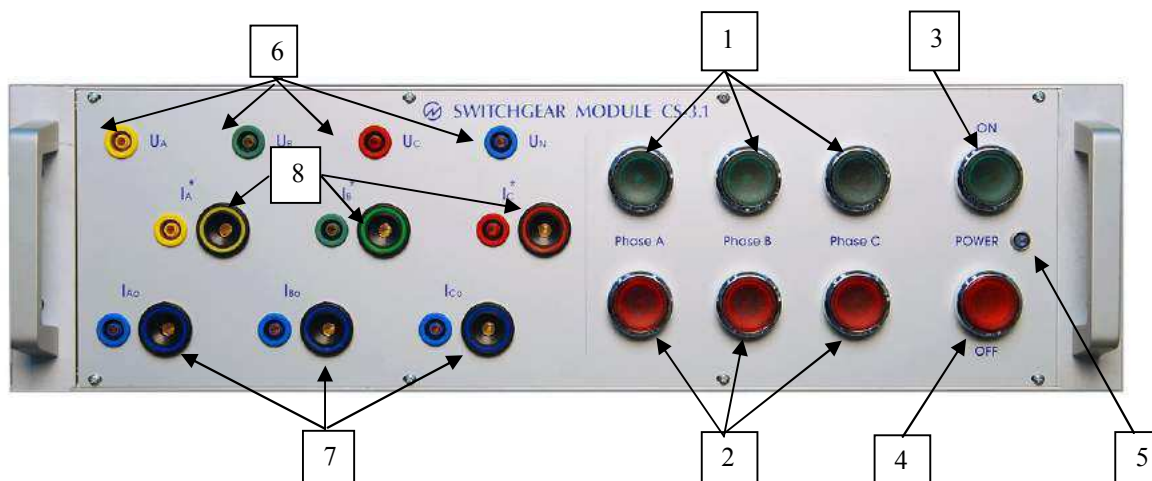
- однофазных и трехфазных СИ активной, реактивной, полной мощности и энергии, СИ промышленной частоты, действующих значений напряжения и тока, фазовых углов и коэффициента мощности;
- однофазных и трехфазных счетчиков активной и реактивной электрической энергии,
- однофазных и трехфазных ваттметров, варметров и измерительных преобразователей активной и реактивной мощности,
- энергетических фазометров, частотомеров и измерителей коэффициента мощности,
- вольтметров, амперметров и измерительных преобразователей напряжения и тока в промышленной области частот;
- приборов для измерения показателей качества электрической энергии;
- приборов для измерения напряжения, силы тока и мощности постоянного тока.

При поверке приборов, имеющих частотные входы и выходы, их подключают к разъемам, расположенным на передней панели прибора "Энергомонитор-3.1КМ".

## 2.5.2 Блок коммутации «БК-3.1»

Блок коммутации "БК-3.1" (CS-3/1) предназначен для подачи сетевого напряжения питания на генератор "Энергоформа-3.1", эталонный прибор "Энергомонитор-3.1КМ", "УН-3.1" (пофазно) и "УТ-3.1" (пофазно), а также для подключения к выходам "УН-3.1" и "УТ-3.1".

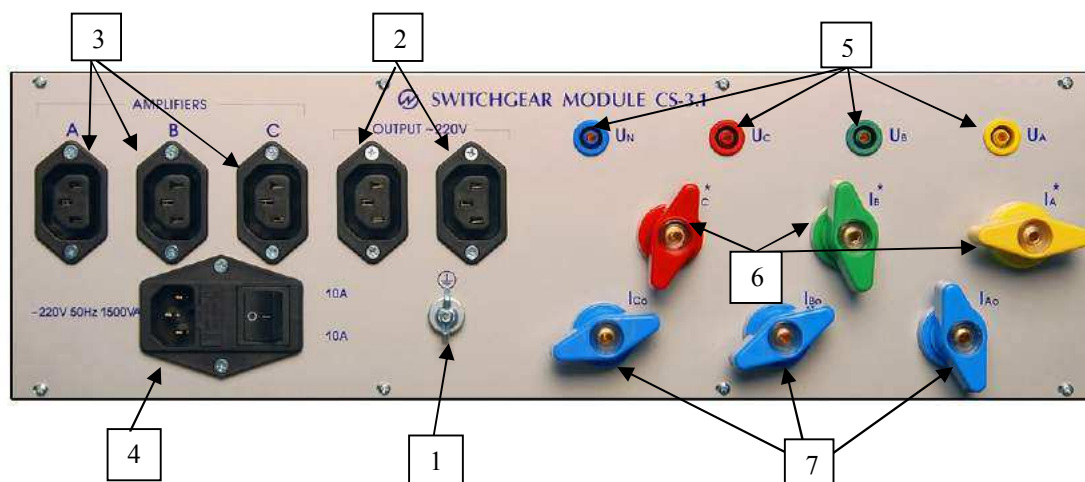
На рисунке 2.3 представлен вид лицевой панели блока коммутации «БК-3.1».



- 1 – кнопки подачи питания на усилители тока и напряжения фаз А, В, С с индикаторами наличия питания на усилителях;
- 2 – кнопки выключения питания усилителей фаз А, В, С;
- 3 – кнопка «ВКЛ» с индикатором подачи напряжения на генератор «Энергоформа-3.1» и на прибор «Энергомонитор-3.1КМ»;
- 4 – кнопка «ВЫКЛ» снятия питания со всей установки;
- 5 – индикатор наличия питания на блоке коммутации «БК-3.1»;
- 6 – соединители напряжения (фазы А, В, С, нейтраль);
- 7 – соединители тока ( $I_{A0}$ ,  $I_{B0}$ ,  $I_{C0}$ );
- 8 – соединители тока ( $I^*_A$ ,  $I^*_B$ ,  $I^*_C$ ).

**Рисунок 2.3** - Вид лицевой панели блока коммутации "БК-3.1"

На рисунке 2.4 представлен вид задней панели блока коммутации "БК-3.1".



- 1 – зажим заземления;
- 2 – соединители питания генератора «Энергоформа-3.1» и прибора «Энергомонитор-3.1КМ»;
- 3 – соединители питания усилителей тока (фаз А, В, С);
- 4 – соединитель и тумблер питания (входной);
- 5 – соединители для подключения выходных сигналов напряжения установки (фаза А, В, С, нейтраль);
- 6 – зажимы для подключения выходных токов установки ( $I^*_A$ ,  $I^*_B$ ,  $I^*_C$ );
- 7 – зажимы для подключения выходных токов установки ( $I_{A0}$ ,  $I_{B0}$ ,  $I_{C0}$ ).

**Рисунок 2.4** - Вид задней панели блока коммутации "БК-3.1"

### 2.5.3 Делитель напряжения индуктивный (ДНИ-3.1)

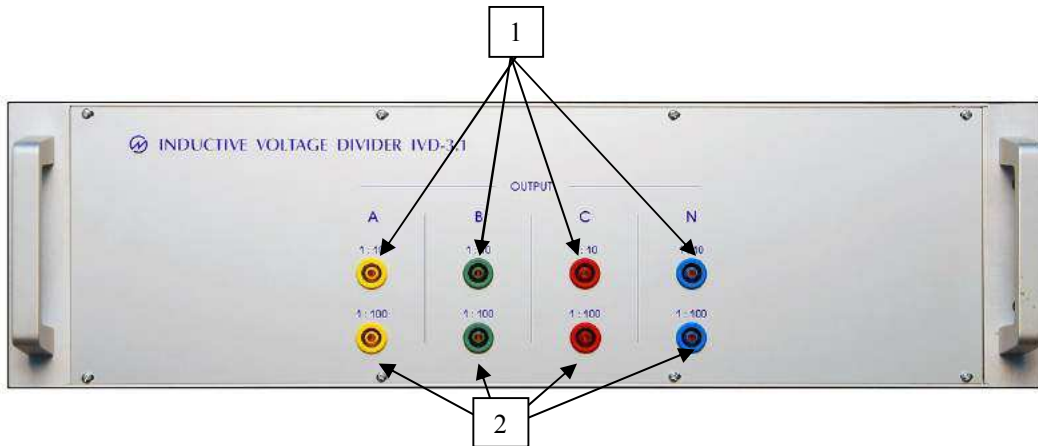
"ДНИ-3.1" предназначен для понижения напряжения, выдаваемого усилителем УН-3.1 в 10 или в 100 раз.

Максимальное входное напряжение делителя - 220 В.

Угловая погрешность делителя – менее  $1^{\circ}$ .

Модульная погрешность делителя – менее 0,2 %.

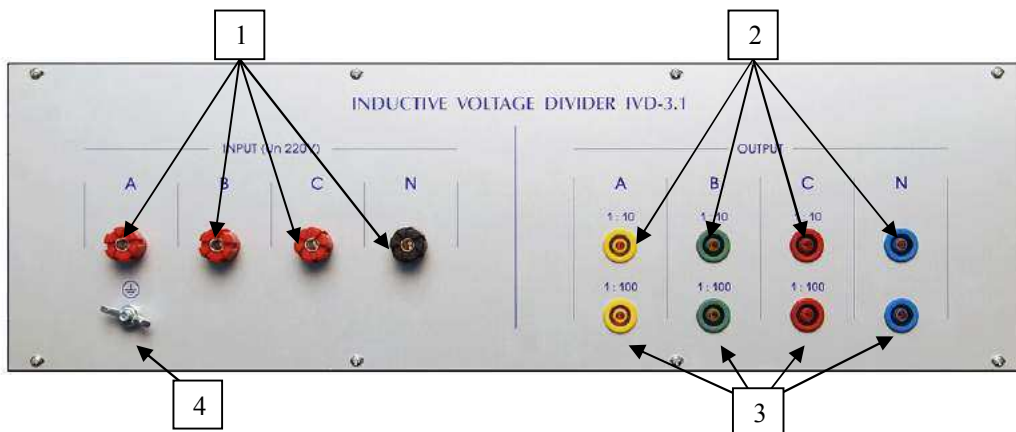
На рисунке 2.5 представлен вид лицевой панели блока ДНИ-3.1.



- 1 – выходные гнезда делителя напряжения (1/10) - три фазы и нейтраль;
- 2 – выходные гнезда делителя напряжения (1/100)

**Рисунок 2.5** Вид лицевой панели ДНИ-3.1

На рисунке 2.6 представлен вид задней панели ДНИ-3.1.



- 1 — входные клеммы напряжения (до 300В) - три фазы и нейтраль;
- 2 — выходные гнезда делителя напряжения (1/10);
- 3 — выходные гнезда делителя напряжения (1/100);
- 4 — зажим заземления.

Выходные гнезда лицевой панели и задней панели включены параллельно (дублируются).

**Рисунок 2.6** Вид задней панели ДНИ-3.1

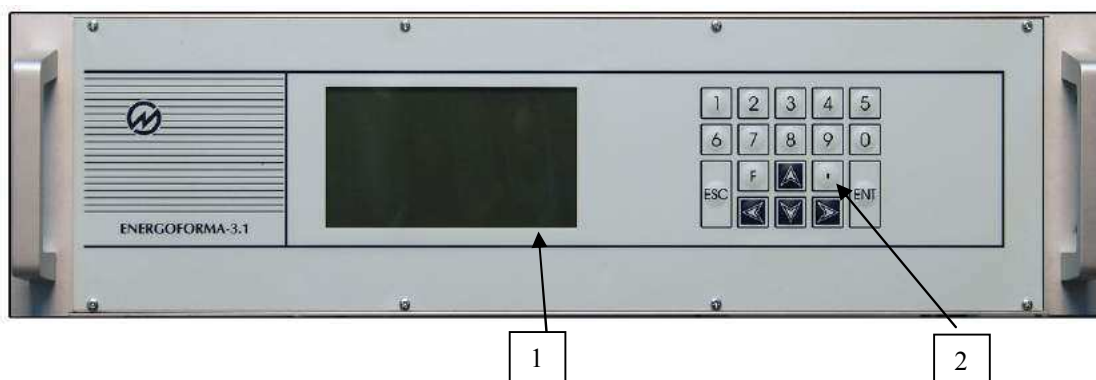
### 2.5.4 Генератор «Энергоформа-3.1»

Работа генератора основана на использовании принципа цифро-аналогового преобразования (ЦАП). Плата ЦАП представляет собой 6 идентичных независимых каналов преобразования входного цифрового 16-разрядного сигнала в аналоговый сигнал. Плата ЦАП вырабатывает 6 аналоговых сигналов: 3 сигнала тока и 3 напряжения.

Плата процессора обеспечивает управление работой генератора: выработка массивов сигналов для платы ЦАП (для каждой точки 6 периодических кривых), сохранение результатов в энергонезависимой памяти, счет времени, обмен с внешними устройствами (компьютером), вывод результатов на индикатор, прием команд и данных от клавиатуры. Клавиатура мембранная установлена на переднюю панель и соединена с платой процессора. С помощью клавиатуры осуществляется управление видом отображаемых данных, ввод требуемых значений (форма, размах, фазовые сдвиги кривых токов и напряжений), программирование контроллера и выполнение других сервисных и технологических операций. Микропроцессор управляющих сигналов служит для управления блоками усилителей тока и напряжения — переключения пределов в зависимости от величины заданных сигналов токов и напряжений. Управляющие сигналы проходят через платы оптронных развязок.

Источник питания служит для выработки необходимых напряжений для плат, входящих в состав генератора, также на плате источника питания расположена схема синхронизации ИИС с сетью питания (сигнал синхронизации поступает на плату центрального процессора).

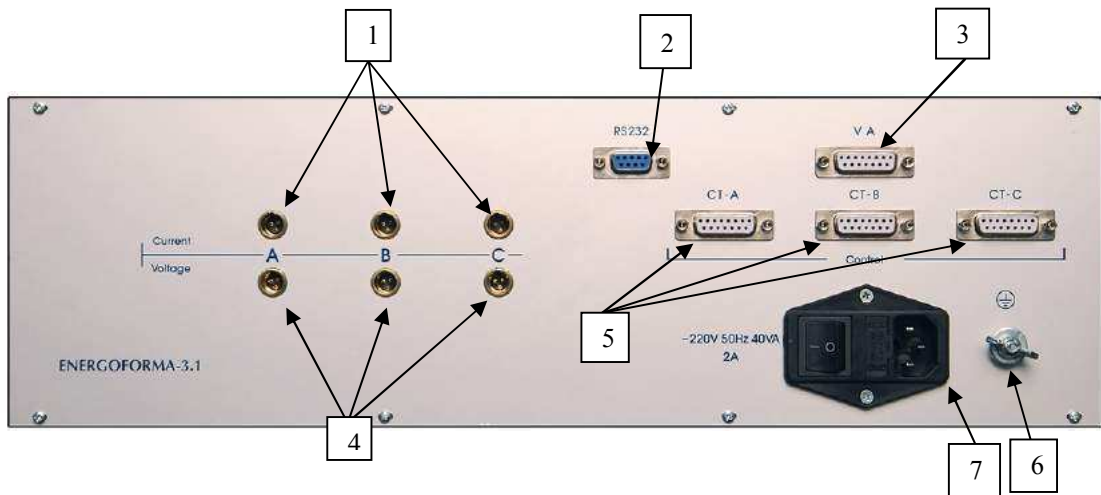
На рисунке 2.7 представлен вид лицевой панели блока генератора «Энергоформа-3.1».



1 — графический дисплей; 2 — клавиатура

**Рисунок 2.7** Вид лицевой панели генератора «Энергоформа-3.1»

На рисунке 2.8 представлен вид задней панели генератора «Энергоформа-3.1».



- 1 – соединители для передачи форм сигналов тока на усилители;
- 2 – соединитель интерфейса RS-232;
- 3 – соединитель шины управления усилителями напряжения;
- 4 – соединители для передачи форм сигналов напряжения на усилители;
- 5 – соединители шин управления усилителями тока;
- 6 – соединитель заземления;
- 7 – соединитель и тумблер питания

**Рисунок 2.8** Вид задней панели генератора «Энергоформа-3.1»

### 2.5.5 Эталонный прибор «Энергомонитор-3.1КМ»

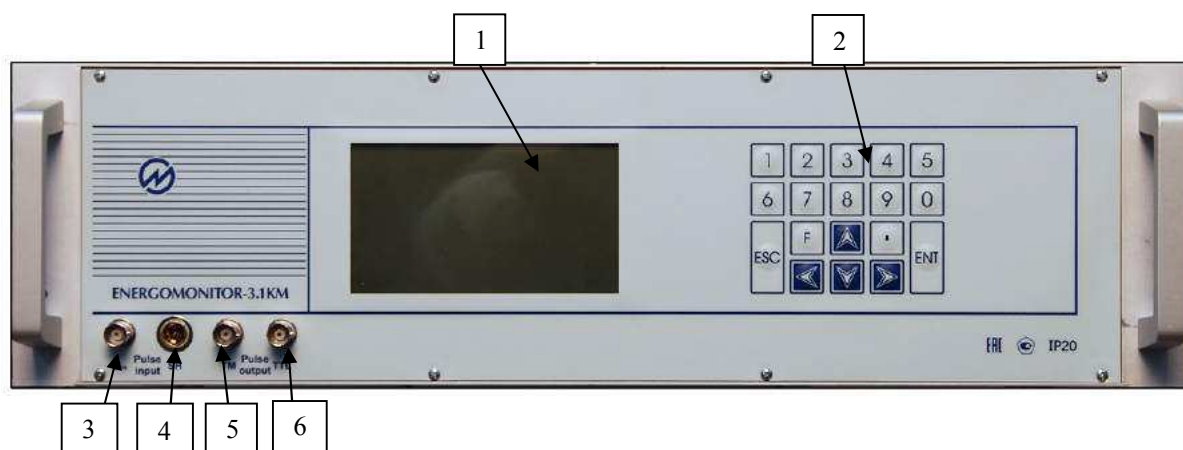
Прибор «Энергомонитор-3.1КМ» предназначен для калибровки и поверки следующих эталонных и рабочих средств измерений электроэнергетических величин:

- однофазных и трехфазных счетчиков активной и реактивной электрической энергии;
- однофазных и трехфазных ваттметров, варметров и измерительных преобразователей активной и реактивной мощности;
- энергетических фазометров и частотомеров;
- вольтметров, амперметров и измерительных преобразователей напряжения и тока в промышленной области частот;
- средств измерения и регистрации показателей качества электроэнергии (ПКЭ);
- средств измерения и регистрации параметров электрической энергии в однофазных и трехфазных электрических сетях.

Порядок работы с прибором "Энергомонитор-3.1КМ" в автономном режиме подробно описан в "Прибор электроизмерительный эталонный многофункциональный «Энергомонитор-3.1КМ" Руководство по эксплуатации МС3.055.500 РЭ".



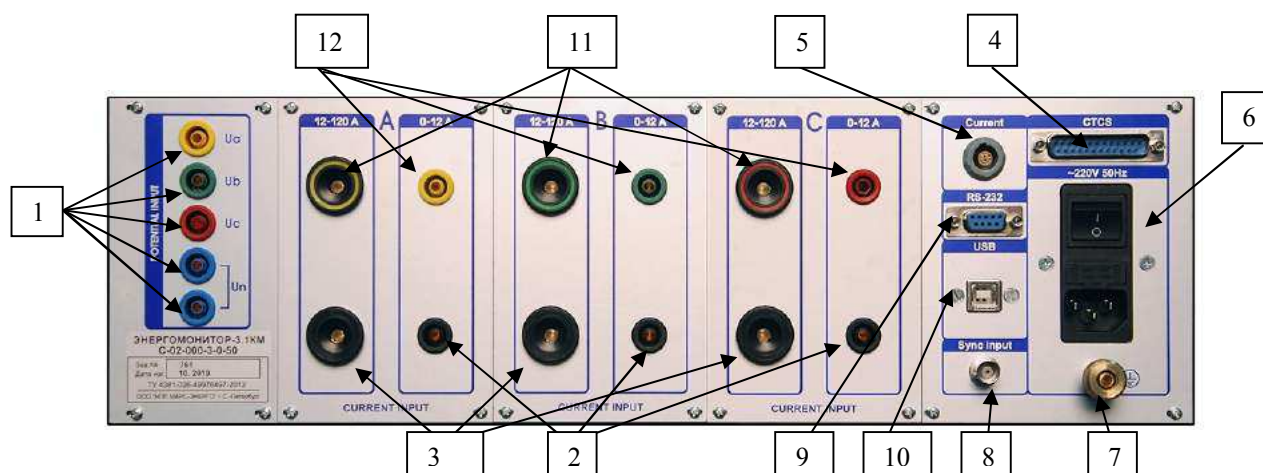
На рисунке 2.9 представлен вид лицевой панели прибора «Энергомонитор-3.1КМ».



- 1 – графический дисплей;
- 2 – клавиатура;
- 3 – разъем для подключения поверяемых приборов с активным импульсным выходом (3-15 В);
- 4 – разъем для подключения УФС;
- 5 – разъем импульсного выхода (частота, пропорциональная измеряемой мощности, ТТЛ);
- 6 – разъем импульсного выхода [частота, пропорциональная измеряемой мощности (24 В)].

**Рисунок 2.9** Вид лицевой панели прибора «Энергомонитор-3.1КМ»

На рисунке 2.10 представлен вид задней панели прибора «Энергомонитор-3.1КМ».



- 1 – входные гнезда напряжения (фазы А, В, С и нейтраль N);
- 2 – выходные гнезда тока до 11А;
- 3 – выходные гнезда тока свыше 11 А;
- 4 – соединитель шины управления пределами УПТТ;
- 5 – соединитель для подключения цепей тока УПТТ и токоизмерительных клещей;
- 6 – соединитель, предохранитель и тумблер питания; 7 — соединитель заземления;
- 8 – соединитель для подключения модуля коррекции времени;
- 9 – соединитель RS-232;
- 10 – соединитель USB;
- 11 – входные гнезда цепей тока свыше 11 А;
- 12 – входные гнезда для цепей тока до 11А

**Рисунок 2.10** Вид задней панели прибора «Энергомонитор-3.1КМ»

### 2.5.6 Усилитель тока "УТ-3.1"

В состав Установки входят три усилителя тока "УТ-3.1" (фазы А, В и С).

Аналоговые сигналы, задающие форму и величину выходного тока, с выходов генератора "Энергоформа-3.1" поступают на входы усилителей тока фаз А, В, С соответственно.

Управление переключением пределов усилителей тока "УТ-3.1" осуществляется командами от генератора "Энергоформа-3.1" по шине управления. По командам управления происходит переключение поддиапазонов работы усилителей.

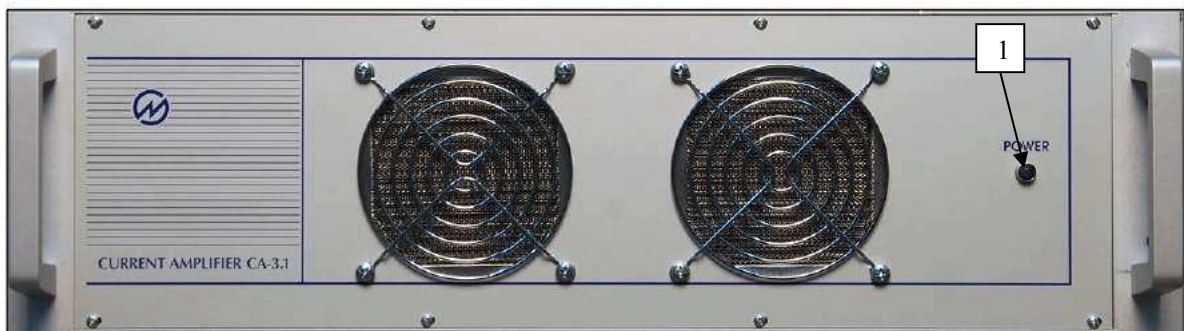
Поддиапазоны выходных токов и номинальные значения токов приведены в таблице 2.13.

Таблица 2.13.

Поддиапазоны выходных токов "УТ-3.1", А	Номинальные значения токов усилителей тока "УТ-3.1", А
10,02001–110,0	100
2,00401–10,99999	10
0,50101–2,19999	2,0
0,00001–0,54999	0,5

Сетевое питание усилителей тока "УТ-3.1" осуществляется через блок коммутации "БК-3.1" и транслируется на соответствующие каналы усилителя напряжения "УН-3.1".

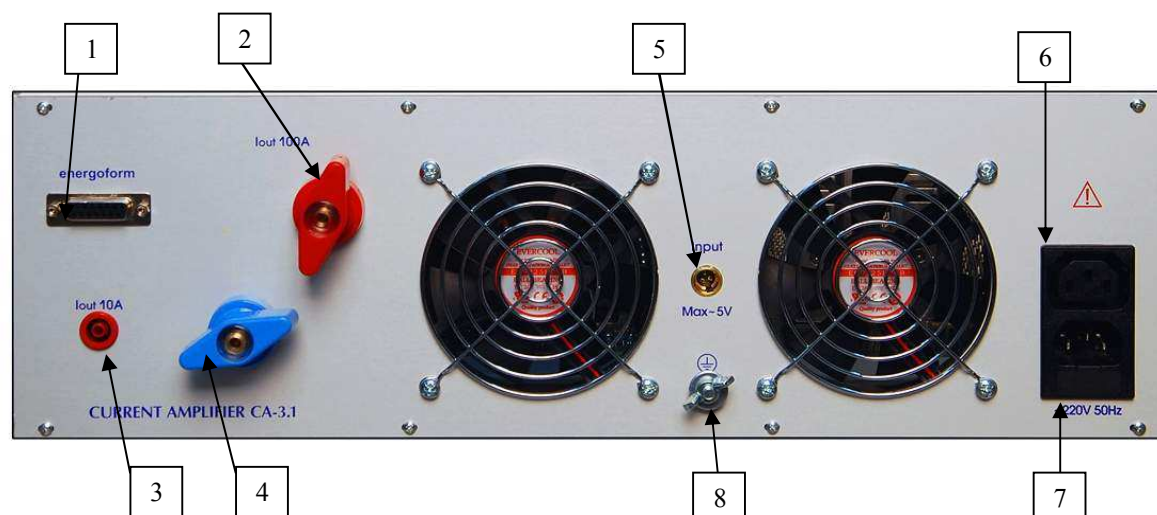
На рисунке 2.11 представлен вид лицевой панели усилителя тока "УТ-3.1".



1 — индикатор наличия питания "СЕТЬ"

**Рисунок 2.11** Вид лицевой панели усилителя тока "УТ-3.1"

На рисунке 2.12 представлен вид задних панелей усилителей тока "УТ-3.1".



- 1 – соединитель шины управления генератора "Энергоформа-3.1";
- 2 – зажим выходных токов до 100 А;
- 3 – соединители выходных токов до 10 А;
- 4 – зажим входных токов 0..100 А;
- 5 – соединитель входного сигнала тока (5 В max);
- 6 – соединитель питания (входной);
- 7 – соединитель питания усилителя напряжения "УН-3.1";
- 8 - зажим заземления

**Рисунок 2.12** Вид задней панели усилителя тока "УТ-3.1" (CA-3.1)

### 2.5.7 Усилитель напряжения "УН-3.1"

Усилитель напряжения "УН-3.1" состоит из трех каналов (фазы А, В и С), представляющих собой независимые усилители напряжения.

Сигналы ЦАП с выходов генератора "Энергоформа-3.1" поступают на входы усилителей напряжения А, В, С соответственно.

Управление переключением пределов усилителя напряжения "УН-3.1" осуществляется командами от блока генератора "Энергоформа-3.1" по шине управления. По командам управления происходит переключение поддиапазонов работы усилителей.

Поддиапазоны выходных напряжений и номинальные значения напряжений приведены в таблице 2.14.

Таблица 2.14

Поддиапазоны выходных напряжений "УН-3.1", В	Номинальные значения напряжений усилителей напряжения "УН-3.1", В
220,441–528,0	480
60,121–242,0	220
0,001–65,999	60

Сетевое питание каналов усилителя напряжения "УН-3.1" осуществляется через блок коммутации "БК-3.1" и соответствующие усилители тока "УТ-3.1".

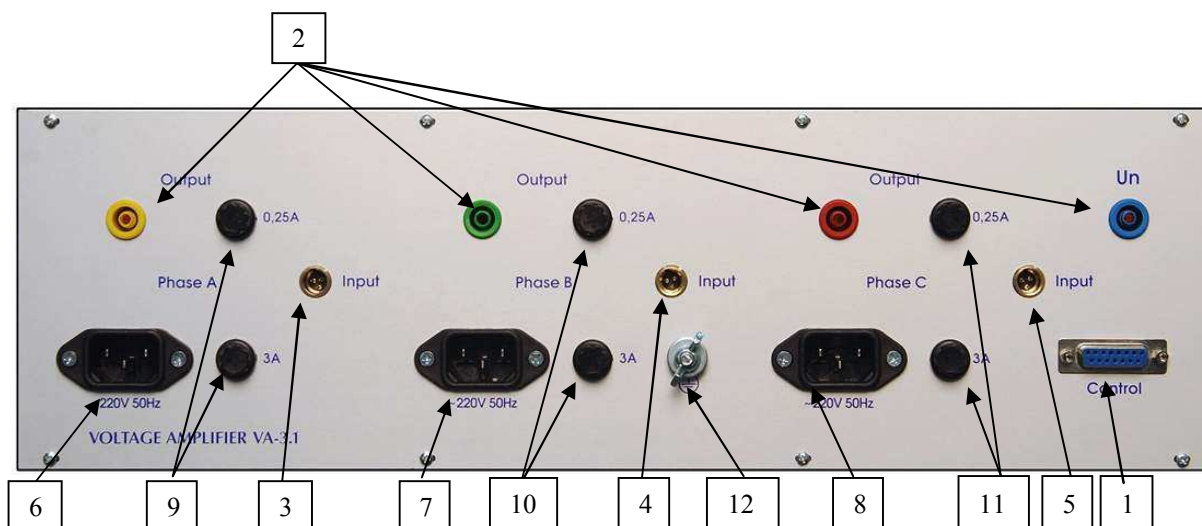
На рисунке 2.13 представлен вид лицевой панели "УН-3.1".



1 - индикаторы наличия питания на усилителе напряжения по фазам А, В, С.

**Рисунок 2.13** Вид лицевой панели усилителя напряжения "УН-3.1"

На рисунке 2.14 представлен вид задней панели "УН-3.1".



- 1 — соединитель шины управления (от генератора «Энергоформа-3.1»);
- 2 — соединители выходных фазных напряжений и нейтрали;
- 3 — соединитель входного сигнала напряжения ( $U_{MAX} - 5\text{ В}$ ) фазы А;
- 4 — соединитель входного сигнала напряжения ( $U_{MAX} - 5\text{ В}$ ) фазы В;
- 5 — соединитель входного сигнала напряжения ( $U_{MAX} - 5\text{ В}$ ) фазы С;
- 6 — соединитель питания фазы А;
- 7 — соединитель питания фазы В;
- 8 — соединитель питания фазы С;
- 9 — держатели предохранителей фазы А;
- 10 — держатели предохранителей фазы В;
- 11 — держатели предохранителей фазы С;
- 12 — зажим заземления

**Рисунок 2.14** Вид задней панели усилителя напряжения "УН-3.1" (VA-3.1)



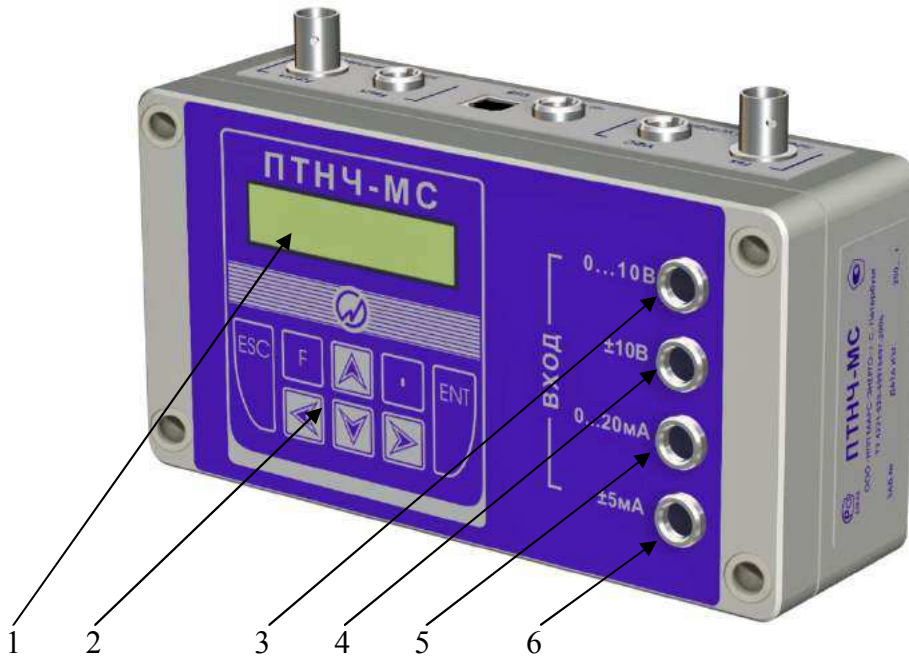
### 2.5.8 Преобразователь измерительный - калибратор ПТНЧ-МС

Преобразователь измерительный - калибратор ПТНЧ-МС (далее — Преобразователь ПТНЧ-МС) предназначен для:

- измерения и преобразования выходных сигналов измерительных преобразователей (ИП) напряжения, тока, мощности, азы, частоты, имеющих выходной сигнал в виде постоянного напряжения или тока в частоту,
- определения погрешности счетчиков электрической энергии с импульсным выходом методом сравнения частоты эталонного и поверяемого счетчика.

Порядок работы с Преобразователем ПТНЧ-МС подробно описан в "Преобразователь измерительный - калибратор ПТНЧ-М. Руководство по эксплуатации МС2.725.101 РЭ".

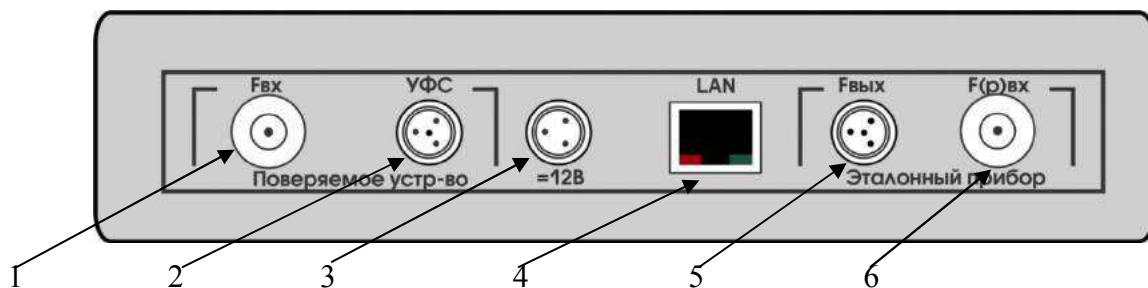
На рисунке 2.15 представлен вид лицевой панели.



1 – буквенно-цифровой дисплей; 2 – клавиатура; 3 – униполярный вход напряжения для преобразователей напряжения с диапазонами выходного напряжения 0 – 5 В и 0 – 10 В; 4 – биполярный вход напряжения для преобразователей напряжения с диапазонами выходного напряжения -5 – +5 В и -10 – +10 В; 5 – униполярный токовый вход для токовых преобразователей с диапазонами выходного тока 0 – 20 мА и 4 – 20 мА; 6 – биполярный токовый вход для токовых преобразователей с диапазонами выходного тока 0 – +5 мА и -5 – +5 мА.

Рисунок 2.15 - Лицевая панель Преобразователя ПТНЧ-МС

На рисунке 2.16 представлен вид передней панели.



1 - соединитель для подключения частотного выхода поверяемого устройства (счетчика электроэнергии); 2 – соединитель для подключения УФС; 3 – разъем питания; 4 – порт для подключения к сети Ethernet; 5 - соединитель для подключения к частотному входу эталонного СИ (энергомонитора) 6 - соединитель для подключения к частотному выходу эталонного СИ (энергомонитора).

Рисунок 2.16 - Передняя панель Преобразователя ПТНЧ-МС

### 2.5.9 Калиброванные токовые катушки КТ

В состав Установки могут входить калиброванные катушки, предназначенные для проверки и регулировки приборов с токоизмерительными клещами. Поверяемый (регулируемый) прибор с токоизмерительными клещами будет индцировать значения силы тока, мощности и энергии в  $n$  раз больше, чем эталонный прибор «Энергомонитор-3.1КМ», где  $n$  — число витков в используемой катушке. **Внимание! Ток через катушки не должен превышать 10 А.**

Порядок использования калиброванных токовых катушек подробно описан в "Катушка токовая калиброванная КТ ПАСПОРТ МС4.761.008 ПС"

На рисунке 2.17 представлен вид трехфазных катушек на 10 и 20 витков, на рисунке 2.18 представлен вид трехфазной катушки на 100 витков, а на рисунке 2.19 – вид однофазных катушек на 300 и 200 витков.

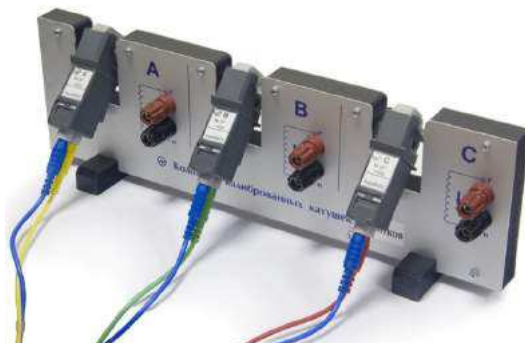


Рисунок 2.17 - Вид калиброванных катушек КТ-3-10 и КТ-3-20



Рисунок 2.18 - Вид трехфазной калиброванной катушки на 100 витков

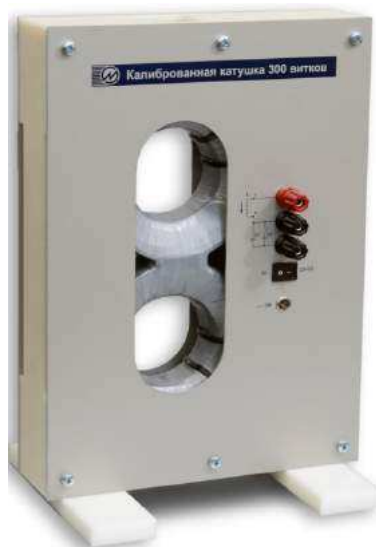


Рисунок 2.19 - Вид калиброванной катушки КТ-1-300 (или КТ-1-200)

### 2.5.10 Блок источников испытательных сигналов постоянного тока

2.5.10.1 В состав блока входят два программируемых импульсных источника питания постоянного тока: АК ИП-1133-300-2,5 и АК ИП-1133-6-100 (далее – источники).

Диапазоны задания и дискретность задания выходных сигналов постоянного тока приведены в таблице 2.15.

Таблица 2.15

Наименование параметра выходных сигналов	Номинальное значение	Диапазон установки	Дискретность установки	Используемый источник питания
Сила постоянного тока, А	2,5	от 0,000 до 2,500	0,001	АК ИП-1133-300-2,5
	100	от 000,0 до 100,0	0,1	АК ИП-1133-6-100
Напряжение постоянного тока, В	6	от 0,000 до 6,000	0,001	АК ИП-1133-6-100
	300	от 000,0 до 300,0	0,1	АК ИП-1133-300-2,5

2.5.10.2 Источники обеспечивают:

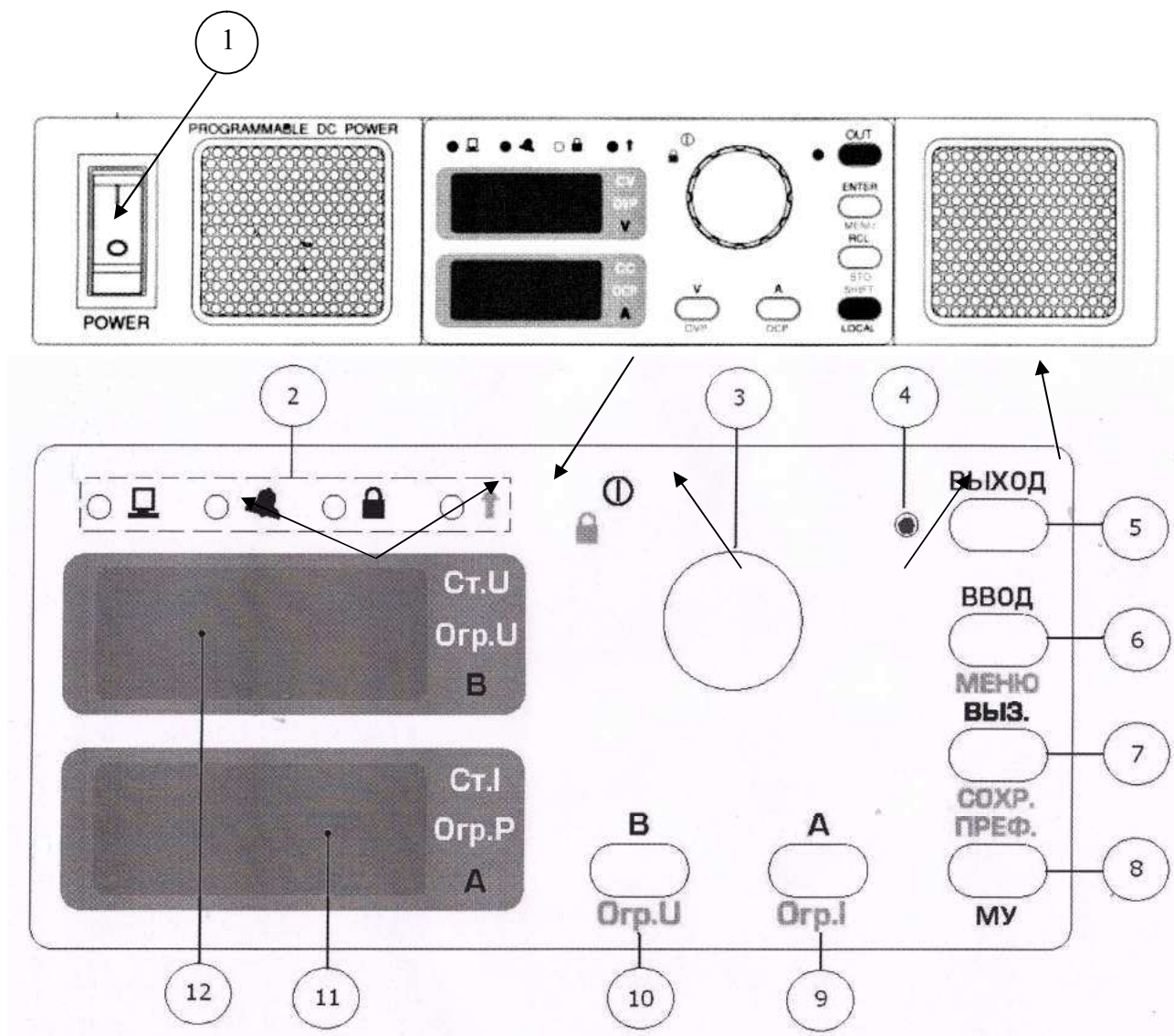
- установку выходных сигналов постоянного тока в режим стабилизации тока (СC) или напряжения (CV) – по выбору оператора;
- защиту от перенапряжения, от перегрузки по току, от перегрева и переплюсовки;
- звуковое предупреждение о срабатывании защиты;
- возможность сохранения в памяти до 16 установок тока и напряжения и профиля, установленного перед выключением;
- управление с передней панели [с помощью кнопок (выбор режима работы) и регулятора-энкодера] и от ПК с помощью интерфейса RS-485;
- одновременную индикацию режимов работы и выходных параметров.

2.5.10.3 Питание источников осуществляется от сети (100 ÷ 240) В частотой 50/60 Гц.

2.5.10.4 Порядок работы с источниками в автономном режиме подробно описан в «Источники питания АК ИП-1133, АК ИП-1134, АК ИП-1135. Руководство по эксплуатации» (входит в комплект поставки на CD и в печатном виде).



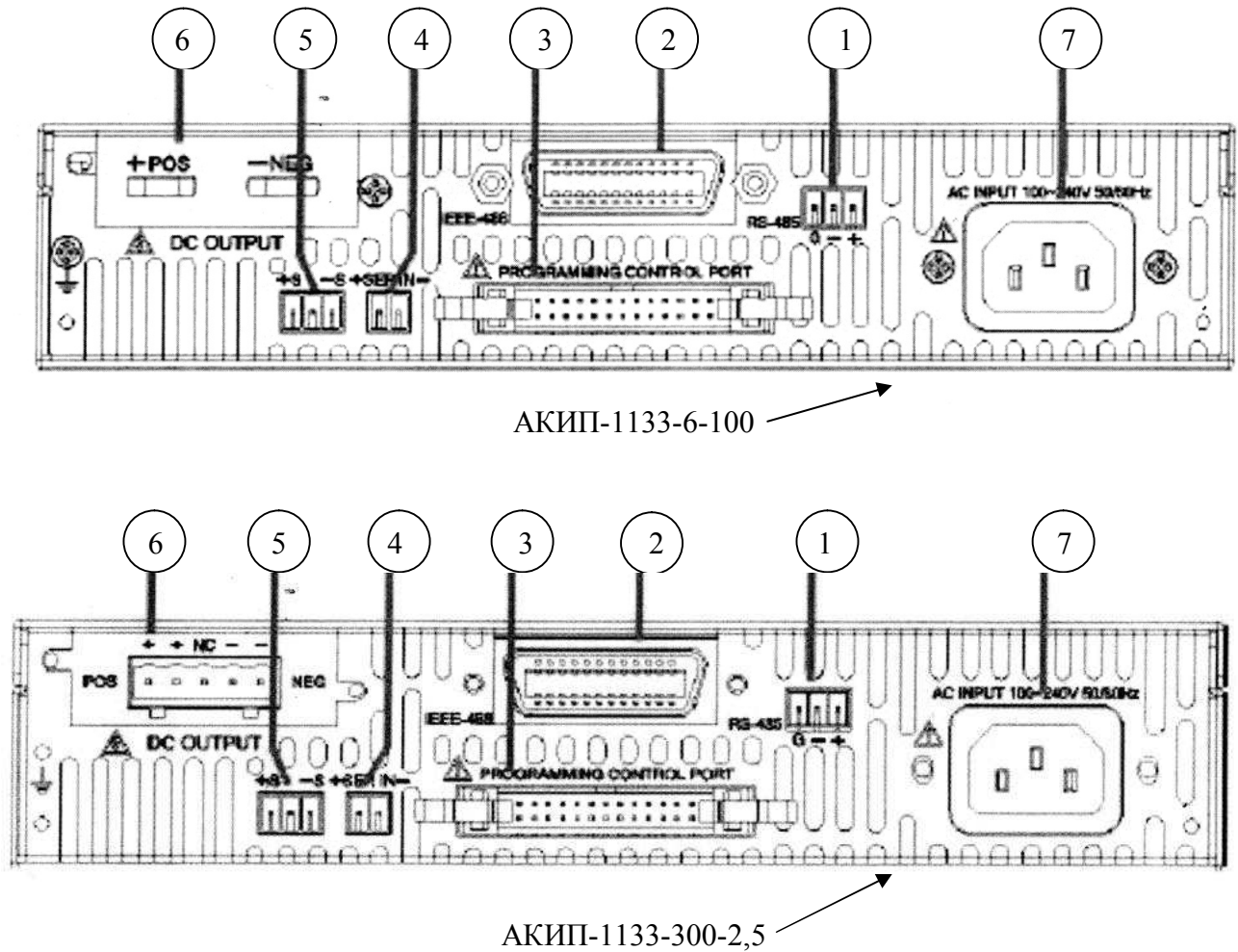
2.5.10.5 На рисунке 2.20 представлен вид передней панели источников.



- 1 – выключатель сетевого питания;
- 2 – индикаторы рабочего состояния панель управления;
- 3 – вращающийся регулятор - энкодер;
- 4 – индикатор включения выходного сигнала;
- 5 – кнопка включения/выключения выходного сигнала;
- 6 – кнопка «ВВОД/МЕНЮ»;
- 7 – кнопка «ВЫЗ./СОХР.»;
- 8 – кнопка «ПРЕФ./МУ»;
- 9 – кнопка «А/Огр.І»;
- 10 – кнопка «В/Огр.ІІ»;
- 11 – 4-разрядный индикатор тока;
- 12 – 4-разрядный индикатор напряжения

Рисунок 2.20 - Передняя панель источника АКІП-1133

2.5.10.6 Вид задних панелей АКПП-1133-6-100 (ток) и АКПП-1133-300-6 (напряжение) представлен на рисунке 2.21 .



- 1 – 3-контактная колодка для подключения интерфейса RS-485;
- 2 – разъем для подключения интерфейса GPIB (в этих образцах отсутствует);
- 3 – разъем для аналогового программирования (не используется);
- 4 – разъем для синхронизации напряжения ведущего и ведомого источников (не используется);
- 5 – разъем для подключения к нагрузке внешней компенсации напряжения;
- 6 – выходные клеммы;
- 7 – клеммная колодка питающей сети.

Рисунок 2.21 - Задние панели источников АКПП-1133

### 2.5.11 Устройство навески счетчиков трехфазное "УНСЗ"

Устройство навески счетчиков предназначено для обеспечения быстрого подключения счетчиков разных типов к поверочной установке (схеме) для проведения их поверки и регулировки.

В зависимости от количества подключаемых счетчиков, устройство выпускается в трех вариантах исполнения:

- "УНСЗ-1" для одного счетчика,
- "УНСЗ-2" для двух счетчиков,
- "УНСЗ-3" для трех счетчиков.

Габаритные размеры устройства "УНСЗ-1" не более, мм –  $0,5 \times 0,5 \times 0,85$ .

Масса УНСЗ (исполнение "УНСЗ-1") не более, кг – 10.

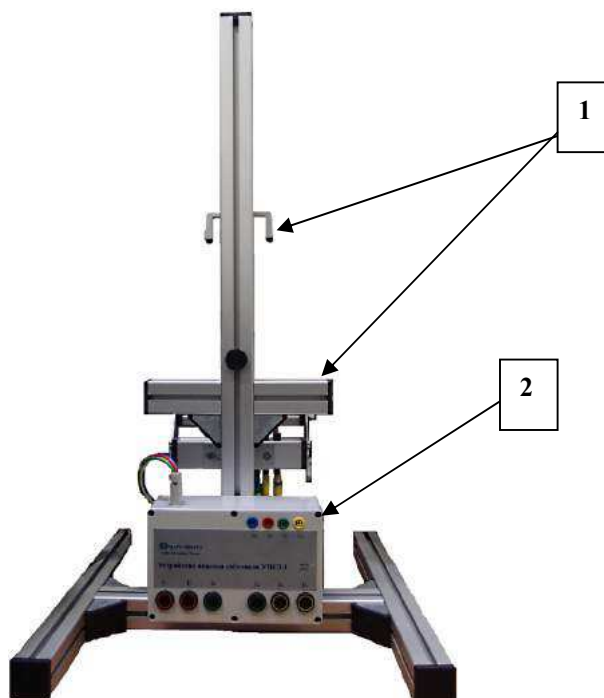
Максимальное рабочее напряжение – 380 В.

Максимальный ток через контакты тока – 120 А.

Устройство выполнено в виде отдельной настольной стойки, предназначенной для размещения в лабораторных условиях.

Порядок использования устройств навески счетчиков подробно описан в "Устройство навески счетчиков "УНСЗ" ПАСПОРТ МС3.621.010 ПС"

Внешний вид устройства УНСЗ приведен на рисунке 2.22.



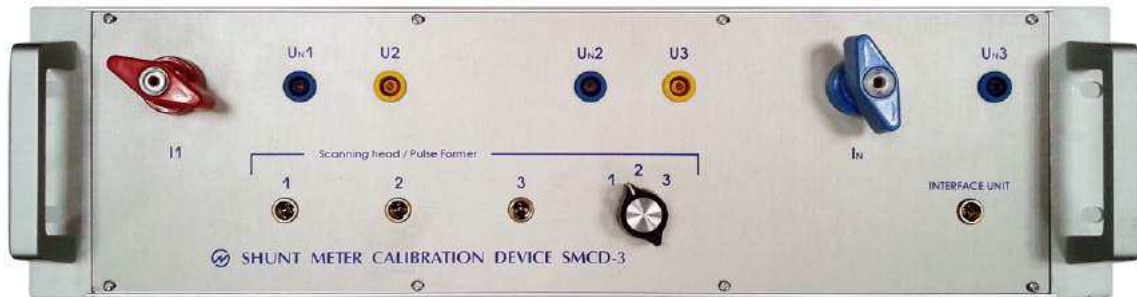
- 1 – устройства для фиксации,  
2 – блок подключения к установке.

Рисунок 2.22 - Устройство «УНСЗ». Вид сзади.

### 2.5.12 Устройство для поверки шунтовых счетчиков УПШС-3

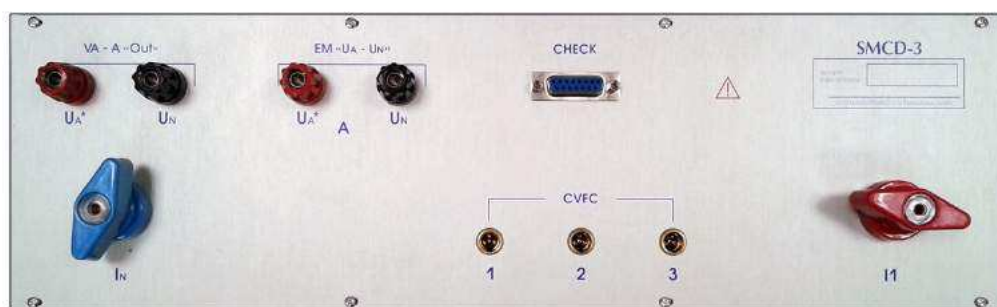
Для обеспечения возможности поверки и регулировки нескольких (до 3 шт.) шунтовых счетчиков электроэнергии УПШС-3 содержит разделительный трансформатор напряжения с тремя идентичными вторичными обмотками.

УПШС-3 выполнено в виде блока, на передней (рисунок 2.23) и задней (рисунок 2.24) панелях которого расположены все разъемы, необходимые для подключения поверяемых счетчиков, устройств для снятия информации с поверяемых счетчиков (УФС-И, УФС-Э, ПФИ), а также для подключения УПШС-3 к установке «УППУ-МЭ 3.1КМ-С» и ПТНЧ-МС.



- 1 – клемма  $I_1$  для подключения токового входа первого поверяемого счетчика;
- 2 – клемма  $I_N$  для подключения токового выхода последнего поверяемого счетчика;
- 3 – гнездо  $U_{N1}$  для подключения нулевого провода напряжения первого счетчика;
- 4 – гнездо  $U_2$  для подключения фазного провода напряжения второго счетчика;
- 5 – гнездо  $U_{N2}$  для подключения нулевого провода напряжения второго счетчика;
- 6 – гнездо  $U_3$  для подключения фазного провода напряжения третьего счетчика;
- 7 – гнездо  $U_{N3}$  для подключения нулевого провода напряжения третьего счетчика;
- 8 — разъемы "Scanning head- 1 2 3" для подключения устройств для снятия информации с поверяемых счетчиков (УФС-И, УФС-Э, ПФИ), первого, второго и третьего счетчиков соответственно;
- 9 — разъем «Interface unit» для подключения прибора Энергомонитор-3.1КМ (без применения Преобразователя – калибратора ПТНЧ-МС);
- 10 — переключатель «1 2 3» для поочередного подключения устройств для снятия информации с поверяемых счетчиков первого, второго и третьего счетчиков

Рисунок. 2.23 - Передняя панель УПШС-3



- 1 – клеммы "VA-F-out." для подключения к выходным клеммам усилителя напряжения фазы А "УН-3.1";
- 2 – клеммы "EM  $U_A-U_N$ " для подключения ко входным клеммам  $U_A$ ;  $U_N$  прибора "Энергомонитор-3.1КМ" (при этом клеммы прибора должны быть отключены от усилителя напряжения фазы А);
- 3 – клеммы «I1», « $I_N$ » подключаются к выходным клеммам тока фазы А блока коммутации;
- 4 – разъемы "CVFC 1 2 3" для подключения трех ПТНЧ-МС, каждый из которых обеспечивает поверку своего счетчика (при использовании ПТНЧ-МС прибор "Энергомонитор-3.1КМ" к УПШС-3 не подключается и переключатель «1 2 3» не используется);
- 5 – разъем «CHECK» используется для проверки разделительного трансформатора напряжения, на него выведены входная и выходные обмотки разделительного трансформатора

Рисунок 2.24 - Задняя панель УПШС-3

Основные технические характеристики УПШС-3 приведены в таблице 2.16.

Таблица 2.16 - Технические характеристики УПШС-3 (SMCD-3)

Наименование характеристики	Значение
Входное напряжение переменного тока	220 ± 22 В
Частота измерительной сети	50 ± 1 Гц
Полная мощность, не более	40 ВА
Максимально допустимое напряжение	242 В
Номинальное значение первичного напряжения	220 В
Номинальное значение вторичного напряжения	220 В
Допускаемая полная мощность нагрузки каждой из вторичных обмоток разделительного трансформатора	не менее 10 В·А при активной мощности не менее 2 Вт
Предел допускаемой относительной разности напряжений между вторичной обмоткой 1 и любой другой вторичной обмоткой <sup>1,2</sup>	±0,05 %
Предел допускаемой абсолютной разности фаз между вторичной обмоткой 1 и любой другой вторичной обмоткой <sup>1,2</sup>	±3'
Габаритные размеры (глубина × ширина × высота)	508 × 483 × 132 мм
Масса, не более	12 кг
Примечания	
1 В диапазоне изменения первичного напряжения от 80 % до 120 % номинального значения.	
2 При разности импедансов нагрузок этих обмоток, не превышающей ±10 %.	

Порядок использования устройства подробно описан в "Устройство для поверки шунтовых счетчиков УПШС-3. Руководство по эксплуатации. МС2.763.002 РЭ"

### 2.5.13 Преобразователь интерфейса USB-4RS232

Преобразователь интерфейса USB-4RS232 предназначен для подключения к ПК по шине USB до четырех устройств с интерфейсом RS232. Поддерживаемые интерфейсы USB: USB1.1 full speed и USB 2.0 full speed. Интерфейсы RS-232 поддерживают любые скорости обмена, поддерживаемые операционной системой, в диапазоне от 300 бит/сек. до 1Мбит/сек.

Преобразователь интерфейса USB-4RS232 (рисунок 2.25) выполнен в виде отдельного блока с разъемом USB расположенном на кабеле.



Рисунок 2.25 - Преобразователь интерфейса USB-4RS232

Порядок использования преобразователя подробно описан в "Преобразователь интерфейса USB-4RS232. Паспорт. MC2.008.002 ПС".

## 3 ПОДГОТОВКА УСТАНОВКИ К РАБОТЕ

### 3.1 Эксплуатационные ограничения

3.1.1 **Внимание!** Не допускается включать усилители тока без нагрузки в выходных токовых цепях (цепи тока должны быть замкнуты через поверяемый прибор, или калиброванную катушку, или перемычку).

3.1.2 Мощность нагрузки усилителей напряжения и тока не должна превышать значений, допускаемых для данной модификации установки.

Контроль мощности нагрузки усилителей необходимо производить косвенным методом:

для усилителей тока - путем измерения напряжения на выходных клеммах усилителей тока при значениях силы тока, определяемым по показаниям эталонного СИ, используемого в составе установки;

для усилителей напряжения – путем измерения силы тока в фазах при значениях напряжения, определяемым по показаниям эталонного СИ, используемого в составе установки.

### 3.2 Включение Установки

**Внимание!** В целях безопасности подключение (отключение) поверяемого прибора рекомендуется производить при выключенном питании усилителей тока и напряжения. Подключение (отключение) к измерительным цепям должно производиться в соответствии с действующими правилами электробезопасности.

Установка имеет четыре клеммы для подключения к цепям фазных напряжений ( $U_a$ ,  $U_b$ ,  $U_c$ ,  $U_n$ ) и шесть клемм для подключения к цепям фазных токов ( $I_a$ ,  $I_b$ ,  $I_c$ ,  $I_a^*$ ,  $I_b^*$ ,  $I_c^*$ ), расположенных на блоке коммутации «БК-3.1». Цепи тока гальванически развязаны между собой. Цепи напряжения выполнены симметрично и имеют общую точку (нейтраль). Необходимо следить за тем, чтобы соединения были правильно и надежно закреплены во избежание перегрева мест контакта и возрастания переходного сопротивления.

Для обеспечения работоспособности установки при поверке и регулировке СИ с максимальным током более 80 А необходимо:

подключение токовых цепей эталонного и поверяемого СИ производить проводниками минимально возможной длины и с сечением 25 мм<sup>2</sup>;

токовые проводники одной фазы от "БК-3.1" желательно расположить рядом (для уменьшения паразитной индуктивности).

Включение Установки производят в следующей последовательности:

- произвести все межблочные соединения в соответствии с приложением А;

- кнопкой "ПУСК", расположенной на лицевой панели блока коммутации "БК-3.1" (CS-3/1), подать питание на генератор-синтезатор "Энергоформа-3.1", прибор электроизмерительный эталонный многофункциональный "Энергомонитор-3.1КМ" и усилители тока и напряжения;

- кнопками "фаза А", "фаза В", "фаза С", расположенными на лицевой панели блока коммутации "БК-3.1" подать питание на усилители тока и напряжения.

При включении питания Установки "УППУ-МЭ" производится самотестирование и начальная инициализация генератора-синтезатора "Энергоформа-3.1" и прибора электроизмерительного эталонного многофункционального "Энергомонитор-3.1КМ".

После завершения инициализации на ЖКИ "Энергомонитор-3.1КМ" индицируются товарный знак, наименование изготовителя, тип Прибора "Энергомонитор-3.1КМ" и версия программного обеспечения.

На ЖКИ генератора "Энергоформа-3.1" после завершения инициализации индицируется главное меню (рисунок 4.1).



## 4 ПОРЯДОК РАБОТЫ

Установка «УППУ-МЭ» может работать в двух режимах:

- при управлении с ПК по интерфейсам RS-232 с помощью программного обеспечения «Энергоформа»;
- в автономном режиме при управлении с использованием клавиатур и графических жидкокристаллических индикаторов (ЖКИ), расположенных на лицевых панелях приборов «Энергомонитор-3.1КМ» и «Энергоформа-3.1».

### 4.1 Управление Установкой «УППУ-МЭ» от ПК

При управлении Установкой «УППУ-МЭ» от ПК необходимо установить на ПК программу «Энергоформа». Программа “Энергоформа” работает под операционными системами MS Windows 98, 2000, XP, Vista, Windows 7 (32-х и 64-х разрядная архитектура) (операционная система должна обеспечивать поддержку кириллицы).

Для работы программы рекомендуется использовать компьютер следующей конфигурации:

- процессор Pentium III 500 МГц или более мощный,
- не менее 64 МБ ОЗУ,
- не менее 3 МБ дискового пространства для установки программы,
- видеоадаптер с поддержкой разрешения 1024x768,
- дисплей не менее 15”;
- CD-ROM (для установки программы),
- мышь с колёсиком,
- два COM-порта (RS-232) или Ethernet-адаптер.

Для одновременной работы с несколькими Приборами и Генератором требуется несколько свободных COM-портов (RS-232). При отсутствии у ПК портов COM рекомендуется использовать адаптер USB - 4RS-232.

Для более комфортной работы рекомендуется более мощный компьютер.

**Внимание!** При работе в операционных системах Windows Vista и Windows 7 необходимо выполнить отключение службы контроля безопасности учетных записей Windows UAC (User Account Control). Процедура отключения UAC описана в приложении Руководства к ПО.

Для управления Установкой «УППУ-МЭ» с помощью программы «Энергоформа» необходимо подключить к последовательным портам компьютера разъемы RS-232 приборов «Энергомонитор-3.1КМ» и «Энергоформа-3.1», расположенные на задних панелях приборов. В Приборе «Энергомонитор-3.1КМ» необходимо выбрать скорость передачи и войти в режим обмена по RS-232 (см. «Прибор электроизмерительный эталонный многофункциональный „Энергомонитор-3.1КМ” Руководство по эксплуатации МСЗ.055.500 РЭ»). Прибор «Энергоформа-3.1» автоматически переходит в режим управления от компьютера при его подключении к ПК и запуске программы «Энергоформа».

Порядок работы с программой «Энергоформа» подробно описан в инструкции «Программа „Энергоформа”. Руководство пользователя».



## 4.2 Работа Установки «УППУ-МЭ» в автономном режиме

При работе с Установкой в автономном режиме управление осуществляется с помощью клавиатур и дисплеев, расположенных на лицевых панелях приборов «Энергомонитор-3.1КМ», «Энергоформа-3.1» и «УНТП».

Порядок работы с прибором "Энергомонитор-3.1КМ" в автономном режиме подробно описан в "Прибор электроизмерительный эталонный многофункциональный "Энергомонитор-3.1КМ" Руководство по эксплуатации МС3.055.500 РЭ".

Порядок работы с блоком источников постоянного тока подробно описан в руководстве по эксплуатации источников, поставляемым в комплекте с ними.

Порядок работы с прибором "Энергоформа-3.1" в автономном режиме описан далее.

### 4.2.1 Интерфейс оператора генератора-синтезатора «Энергоформа-3.1»

Интерфейс оператора генератора "Энергоформа-3.1" (далее генератор) состоит из 18-кнопочной пленочной клавиатуры и графического жидкокристаллического индикатора (ЖКИ) размером 240 (ширина) x 128 (высота) пикселей, расположенных на передней панели генератора, которые предназначены для выбора режимов работы генератора, а также просмотра и модификации параметров генерируемого сигнала.

В таблице 4.1 указано назначение клавиш, расположенных на лицевой панели.

Таблица 4.1

Клавиша	Выполняемая функция
0...9	Ввод цифровых значений активного поля.
□	Ввод отрицательных значений активного поля. Переход в режим ввода дробной части значения активного поля (если активное поле имеет дробную часть).
▼▲	Навигация по меню (выбор того или иного пункта меню).
◀▶	Увеличение/уменьшение значения активного поля. Выбор одного из полей строки состояния, находящейся в активном состоянии.
ENT	Активация выбранного пункта текущего меню или строки состояния (переход во вложенное меню либо отображение соответствующего окна настройки параметров). Выход из текущего окна настройки параметров в вышележащее меню с сохранением измененных значений параметров.
ESC	Возврат в вышележащее меню без сохранения произведенных изменений. Выход из режима активизированной строки состояния.
F	Перевод строки состояния в активное состояние.

При включении питания выполняется самотестирование генератора, после чего на ЖКИ появляется главное меню (рисунок 4.1). Главное меню состоит из четырех пунктов: «Стандартный сигнал», «Специальные сигналы», «Установки» и «Библиотека сигналов». Навигация по главному меню осуществляется в соответствии с правилами, изложенными ниже.

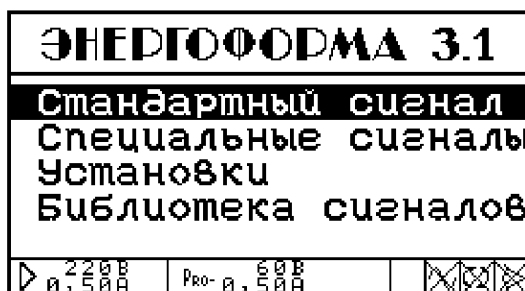


Рисунок 4.1 - Главное меню генератора

Интерфейс оператора генератора представляет собой иерархическую структуру вложенных меню. Назначение органов управления приведены в таблице 4.1.

Независимо от того, в каком из пунктов меню находится генератор, в нижней строке ЖКИ всегда отображаются строка состояния. Навигация по меню (выбор того или иного пункта меню) осуществляется клавишами  $\blacktriangledown$ ,  $\blacktriangle$  (выбранный в настоящее время пункт меню выделяется инверсией цвета). Активация выбранного пункта текущего меню (переход во вложенное меню, либо отображение соответствующего окна настройки параметров) производится клавишей «ENT», возврат в вышележащее меню — клавишей «ESC». Нажатие на клавишу «F» в любом меню приводит к активации строки состояния генератора.

Окна настройки параметров (далее — «окна») отображают (в текстовом и/или графическом виде) ту или иную информацию о параметрах генерируемого сигнала и содержат одно или несколько изменяемых полей (далее — «поля»). Активное (модифицируемое в настоящий момент) поле выделяется инверсией. Переход от одного поля к другому (если текущее окно содержит более одного изменяемого поля) осуществляется клавишами  $\blacktriangledown$ ,  $\blacktriangle$ . Если текущее окно содержит только одно изменяемое поле, клавиши  $\blacktriangledown$ ,  $\blacktriangle$  могут выполнять другие функции (подробнее см. ниже описание соответствующего окна настройки параметров). Принятие к исполнению модифицированных значений параметров осуществляется при нажатии на клавишу «ENT», при этом в строке состояния появляется пиктограмма «песочных часов», сигнализирующая, что процесс модификации (и последующего перерасчета) не завершен, дальнейшая работа возможна только после того, как пиктограмма исчезнет. По клавише «ESC» происходит выход в вышележащее меню. Нажатие на клавишу «F» в любом окне настройки приводит к активации строки состояния генератора.

**Примечание.** Интерфейс оператора может изменяться в части порядка отображения информации, данные изменения не влияют на технические и метрологические характеристики генератора-синтезатора «Энергоформа-3.1».

Изменение значения числового параметра, отображаемого в активном (изменяемом) поле текущего окна настройки параметров, производится посредством клавиатуры генератора следующим образом:

- клавиши  $\blacktriangleright$  и  $\blacktriangleleft$  вызывают, соответственно, увеличение/уменьшение значения активного поля; скорость изменения значения поля в этом случае зависит от времени удержания вышележащих клавиш в нажатом положении, а именно увеличивается с увеличением времени удержания; если при этом активное поле допускает циклическое изменение своего значения (например, является фазовым сдвигом и имеет размерность углового градуса), то увеличение выше максимального значения приводит к вводу минимального значения с последующей модификацией этого значения в сторону увеличения, и наоборот; в противном случае модификация значения активного поля допускается только в пределах от минимального до максимального значений;

- нажатие на цифровые клавиши («0»...«9») приводит к непосредственному вводу значения активного поля в пределах predetermined максимумов и минимумов;

- нажатие на клавишу  $\square$  в процессе изменения значения активного поля приводит к переходу в режим ввода дробной части значения активного поля (если активное поле имеет дробную часть); ввод значения дробной части активного поля осуществляется после этого нажатием на цифровые клавиши;

- ввод отрицательных значений активного поля (если значение активного поля может быть отрицательным) производится следующим образом: если в процессе изменения значения поля первой(!) была нажата клавиша  $\square$ , то активному полю присваивается минимально возможное (по модулю) отрицательное значение («-1» для «целых» полей, «-0,01» для полей, изменяющихся с дискретностью «1/100», и т. д.); дальнейшая модификация значения активного поля производится в соответствии с вышеописанными правилами.

При нахождении Генератора в любом меню/окне в нижнюю часть ЖКИ выводится строка состояния генератора (рисунок 4.2), в которой отображается информация об основных режимах работы генератора.



Рисунок 4.2 - Строка состояния генератора без дополнительной функции

Строка состояния может находиться в двух состояниях: неактивном и активном. В неактивном состоянии она только отображает соответствующую информацию, в активном — позволяет изменять основные режимы работы источника. Если текущее меню/окно имеет контекстно-зависимую дополнительную функцию — активизированная строка состояния также позволяет получить доступ к этой функции (рисунок 4.3), название которой в этом случае выводится в левую часть активизированной строки состояния.



Рисунок 4.3 - Строка состояния Генератора с дополнительной функцией «Изменить вид»

Активизация строки состояния происходит по нажатию на клавиши «F» в любом режиме работы генератора. Выбор одного из полей активизированной строки состояния производится клавишами > и < (выбранное поле выделяется инверсией). Если выбрана дополнительная функция текущего окна/меню, нажатие на клавишу «ENT» вызывает эту функцию, если же выбрана одна из пиктограмм в правой части строки состояния — нажатие на клавишу «ENT» вызывает изменение соответствующего пиктограмме основного режима работы источника. Нажав на клавишу «ESC», можно деактивировать строку состояния.

Назначение пиктограмм правой части строки состояния (справа налево):

- пиктограмма «глаз» в первой справа позиции — включен синхронный с питающей сетью режим работы, при этом частота выходных сигналов определяется частотой питающей сети, пиктограмма «перечеркнутый глаз» — слежение за частотой питающей сети отключено, частота выходных сигналов равна заданной в параметре «частота» (рисунок 4.6), изменение режима синхронизации возможно только при выключенной генерации;

- пиктограмма «регенерация» во второй справа позиции — доступна только при наличии выходных сигналов (при включенной генерации пиктограмма «синусоида» в третьей справа позиции), при «нажатии» на эту пиктограмму происходит смена генерируемых сигналов в соответствии с произведенными модификациями параметров сигналов;

- пиктограмма «синусоида» в третьей справа позиции — генерация выходных сигналов включена, пиктограмма «перечеркнутая синусоида» — на выходах источника поддерживаются нулевые сигналы;

- инверсные пиктограммы «песочные часы» (рисунок 4.4) сигнализируют о незавершенном процессе модификации/перерасчета параметров, при отсутствии данной пиктограммы генератор готов осуществить модификацию нового параметра или воспринять другие действия пользователя.

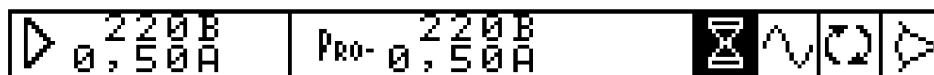


Рисунок 4.4 - Строка состояния Генератора при незавершенном процессе модификации/перерасчета параметров

Если строка состояния активна и текущее окно/меню имеет дополнительную функцию, в левой части строки состояния отображается название этой функции (рисунок 4.3). Во всех остальных ситуациях левая часть строки состояния (рисунки 4.2, 4.4) отображает номинальные значения включенных поддиапазонов выходных напряжений и токов усилителей тока и напряжения. Причем в крайней левой позиции под знаком «▷» отображаются текущие номинальные значения поддиапазонов, включенных на усилителях тока и напряжения. Правее, под знаком «PRO», номинальные значения поддиапазонов, которые будут включены при выдаче на генерацию новых (измененных) сигналов; после выполнения команд «генерация» или «регенерация» значения текущих номинальных значений (▷) становятся равными этим (P<sub>RO</sub>) значениям.

### 4.2.2 Режим Стандартный сигнал

В этом режиме на выходе генератора формируется синусоидальный сигнал. Значения фазовых сдвигов между напряжениями разных фаз устанавливаются равными 120°.

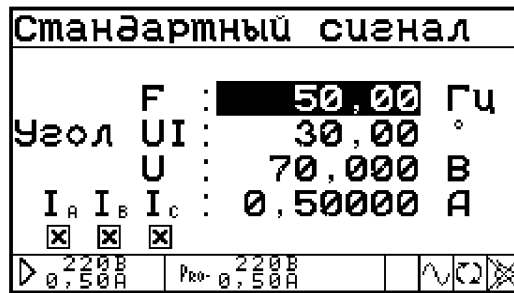


Рисунок 4.5 - Окно задания параметров стандартного сигнала

Можно задать (рисунок 4.5) основную частоту (частоту первой гармоники), значения фазовых сдвигов между токами и напряжениями для всех фаз, значения напряжений и токов. С помощью переключателей можно отключать (обнулять) токи выбранной фазы. Выбор переключателя производится клавишами < >, изменение состояния — клавишей «ENT».

### 4.2.3 Меню Специальные сигналы

Меню «Специальные сигналы» (рисунок 4.6) состоит из шести пунктов: «Произвольная форма», «Субгармоники», «Фазовое управление», «Провалы и перенапряжения», «Фликер» и «Библиотека сигналов».

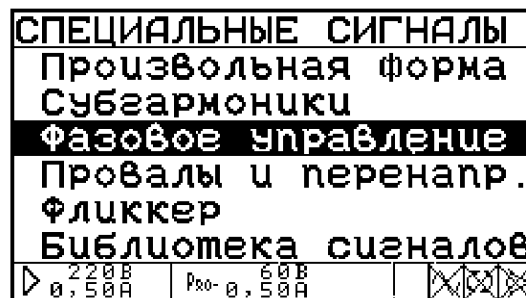


Рисунок 4.6 - Меню режима «Специальные сигналы»

#### 4.2.3.1 Меню Произвольная форма

Данный пункт меню позволяет установить на выходах генератора сигналы с любыми значениями параметров (в пределах допустимых значений параметров сигналов).

Активация данного пункта главного меню приводит к отображению на ЖКИ подменю «Произвольная форма» (рисунок 4.7). Данное меню содержит следующие режимы:

- частота,
- межфазные углы,
- форма сигнала,
- действующие значения.

Кроме того, здесь же включается либо отключается режим интергармоник.

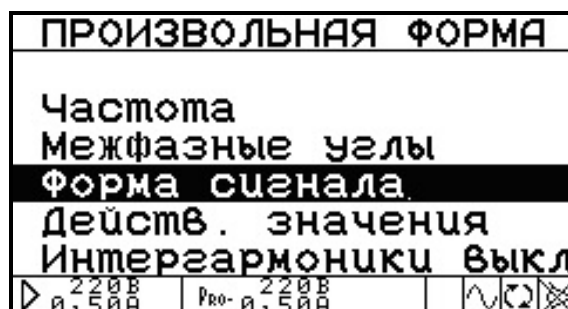


Рисунок 4.7 - Меню режима «Произвольная форма»

В режиме «Частота» открывается окно (рисунок 4.8) позволяющее задать основную частоту (частоту первой гармоники) генерируемой трехфазной системы напряжений и токов при отключенном режиме синхронизации с питающей сетью (пиктограмма «перечеркнутый глаз»). При включенном режиме синхронизации с питающей сетью (пиктограмма «глаз») частота выходных сигналов определяется частотой питающей сети и значение частоты, введенное в данном окне, не принимается к исполнению.

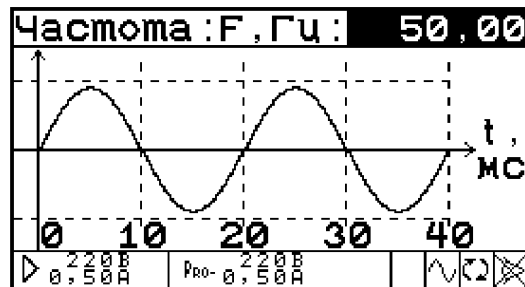


Рисунок 4.8 - Окно задания частоты сигнала

Окно содержит единственное изменяемое поле «частота». Допустимые значения этого поля от 42,50 Гц до 70,00 Гц, шаг подстройки 0,01 Гц. В процессе подстройки частоты ЖКИ прибора отображает значение текущей частоты, а также осциллограмму сигнала с текущей частотой.

В режиме «Межфазные углы» открывается окно (рисунок 4.9), позволяющее задать значения фазовых сдвигов между напряжениями разных фаз, а также между токами и напряжениями одной фазы (фазными углами между каналами, по определению, считаются фазные углы между первыми гармониками сигналов в каналах).



Рисунок 4.9 - Окно задания межфазных углов

Окно содержит 6 изменяемых полей, соответствующих углам между первыми гармониками генерируемых сигналов. Модификация указанных полей осуществляется в соответствии с пунктом 4.2.1 настоящего описания (диапазон изменения от  $-179,99^\circ$  до  $+180,00^\circ$ , шаг изменения  $0,01^\circ$ ); данные поля допускают циклическое изменение своих значений.

В процессе выбора/модификации полей данного окна изображенные на векторной диаграмме векторы, соответствующие сигналам в каналах генератора, изменяют свой вид и положение. В частности, векторы, угол между которыми в данный момент выбран для изменения, снабжены «стрелками», в то время как на концах всех остальных векторов «стрелки» отсутствуют.

В режиме «Форма сигнала» открывается окно, позволяющее задать форму сигнала в каждом из шести выходных каналов генератора. Данное окно имеет 4 варианта представления информации о форме сигнала: «Осциллограмма», «Спектр (линейный)», «Спектр (логарифмический)» и «Фазы гармоник». Переключение между вариантами представления осуществляет дополнительная функция данного окна «Изменить вид», доступная через строку состояния.

Вариант представления окна «Осциллограмма» (рис. 4.10) отображает осциллограмму текущего сигнала в выбранном канале. Информация, отображаемая в данном окне, зависит от того, включен или выключен режим интергармоник.

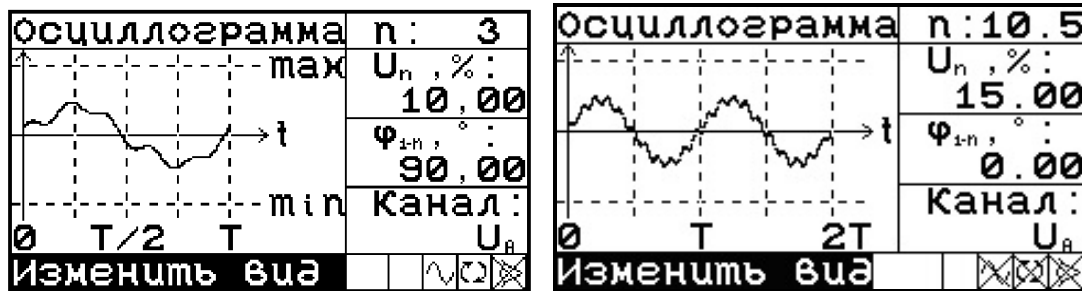


Рисунок 4.10 - Окно «Форма сигнала» в варианте представления «Осциллограмма» (слева — режим интергармоник выключен, справа — режим интергармоник включен)

Окно в этом варианте отображения содержит 4 изменяемых поля:

- номер гармоники («n») для выбора номера гармоники сигнала в активном канале:
  - *Режим интергармоник выключен.* Выбор из ряда 1, 2, ..., 49, 50.
  - *Режим интергармоник включен.* Выбор из ряда 0,5; 1; 1,5; 2; ..., 50; 50,5.
 Выбор осуществляется клавишами <, >;
- относительная амплитуда выбранной гармоники («U<sub>n</sub>» или «I<sub>n</sub>») (устанавливается в процентах от амплитуды первой гармоники):
  - *Режим интергармоник выключен.* Диапазон от 0 до 100,00 % с шагом 0,01 %.
  - *Режим интергармоник включен.* Диапазон от 0 до 15,00 % с шагом 0,01 %.
- Поле «относительная фаза гармоники» («φ<sub>1-n</sub>») позволяет установить фазу выбранной гармоники относительно первой гармоники сигнала в выбранном канале (от -179,99° до 180,00° с шагом 0,01°).
- Поле «название канала» («Канал») позволяет переключаться между шестью каналами для модификации их параметров.

Вариант представления окна «Спектр (линейный)» (рисунок 4.11) отображает спектрограмму текущего сигнала в выбранном канале.

Спектрограмма отображается в линейном масштабе.

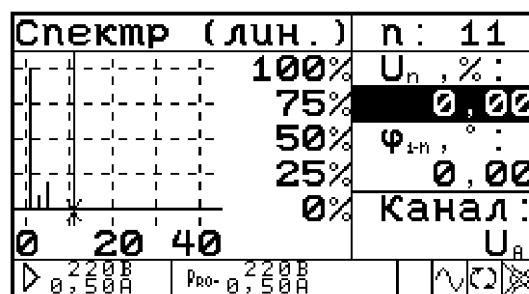


Рисунок 4.11 - Окно «Форма сигнала» в варианте представления «Спектр (линейный)»

Окно в этом варианте отображения содержит единственное изменяемое поле — «относительная амплитуда выбранной гармоники» («U<sub>n</sub>» или «I<sub>n</sub>»). Диапазон допустимых значений данного поля от 0 % до 100,00 %, шаг изменения 0,01%. Модификация значения поля осуществляется в соответствии с правилами, описанными в п. 4.2.1 настоящего руководства. Выбор номера гармоники осуществляется клавишами ▼ и ▲, при этом курсор на спектрограмме перемещается на спектральную линию, соответствующую выбранной гармонике.

Вариант представления окна «Спектр (логарифмический)» (рисунок 4.12) отображает спектрограмму текущего сигнала в выбранном канале. Спектрограмма отображается в логарифмическом масштабе (в децибелах); тем не менее, числовые значения относительных амплитуд гармоник отображаются и модифицируются в линейном масштабе (в процентах относительно первой гармоники).

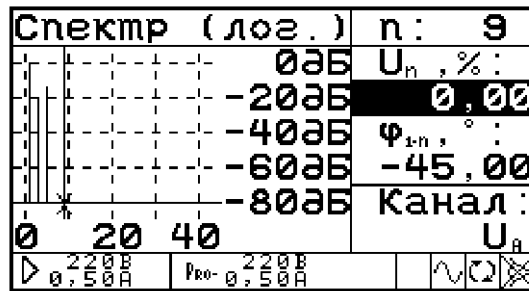


Рисунок 4.12 - Окно «Форма сигнала» в варианте представления «Спектр (логарифмический)»

Окно в этом варианте отображения содержит единственное изменяемое поле «относительная амплитуда выбранной гармоники» («U» или «I»). Диапазон допустимых значений данного поля от 0 % до 100,00 %, шаг изменения 0,01%. Модификация значения поля осуществляется в соответствии с правилами, описанными в п. 4.2.1 настоящего руководства. Выбор номера гармоники осуществляется клавишами ▲ и ▼, при этом курсор на спектрограмме перемещается на спектральную линию, соответствующую выбранной гармонике.

Вариант представления окна «Фазы гармоник» (рисунок 4.13) отображает спектр углов сдвига фаз гармоник (относительно первой гармоники сигнала в выбранном канале).

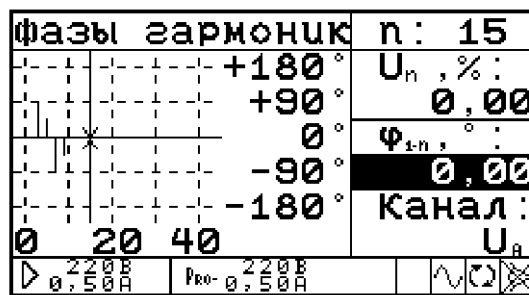


Рисунок 4.13 - Окно «Форма сигнала» в варианте представления «Фазы гармоник»

Окно в этом варианте отображения содержит единственное изменяемое поле «относительная фаза выбранной гармоники» («φ<sub>1-n</sub>»). Диапазон допустимых значений данного поля от -179,99° до 180,00°, шаг изменения 0,01°. Модификация значения поля осуществляется в соответствии с правилами, описанными в пункте 4.2.1 настоящего руководства. Выбор номера гармоники осуществляется клавишами ▼ и ▲, при этом курсор на спектрограмме перемещается на спектральную линию, соответствующую выбранной гармонике.

В режиме «Действующие значения» открывается окно (рисунок 4.14), позволяющее задать значения действующего значения первых гармоник выходных сигналов. Данное окно содержит 6 изменяемых полей, позволяющих задать действующие значения первых гармоник сигналов по каждому из 6 каналов. Допустимые значения полей, соответствующих каналам напряжения от 0 до 580,00. Допустимые значения полей, соответствующих каналам тока от 0 до 120,00 А. Шаг изменения значения всех полей — единица младшего разряда (0,001 В для каналов напряжения, 0,00001 А для каналов тока).

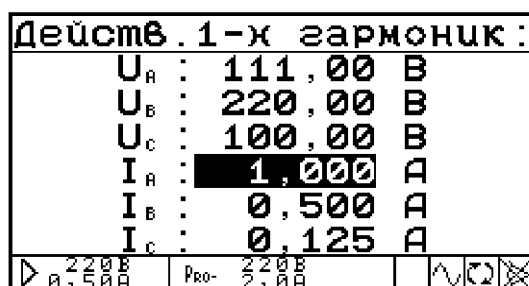


Рисунок 4.14 - Окно задания размаха первых гармоник выходных сигналов

Перерасчет форм кривых производится после изменения параметров генерируемых сигналов по нажатию клавиши «ENT». Если клавиша «ENT» не нажималась, введенные значения не записываются в память генератора и форма сигнала не перерасчитывается. Перерасчет может занять длительное (до 5 секунд) время (в зависимости от форм рассчитываемых кривых и от количества каналов, по которым формы сигналов должны быть перерасчитаны). В процессе перерасчета в строке состояния отображается пиктограммы «песочные часы» и генератор не реагирует на нажатия клавиш встроенной клавиатуры.

#### Включение / отключение режима интергармоник

Для включения / отключения режима интергармоник необходимо выделить данный пункт меню и нажать на клавишу «ENT», при этом справа появится соответствующая надпись: «Вкл» — режим включен, «выкл» — режим выключен.

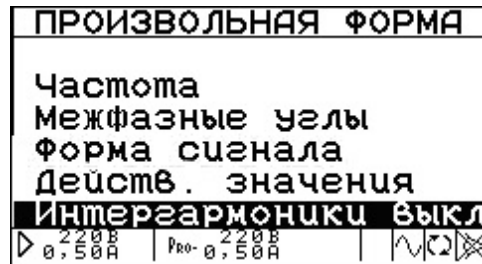


Рисунок 4.15 - Окно включения/отключения интергармоник

**Примечание.** При включенном режиме интергармоник время перерасчета сигнала увеличивается.

#### 4.2.3.2 Режим Субгармоники

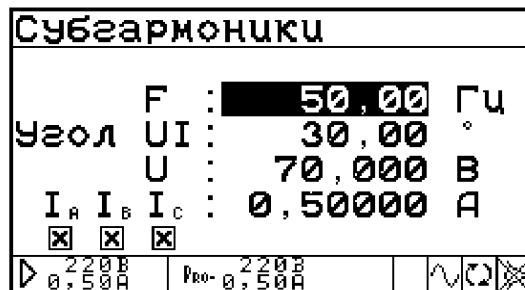


Рисунок 4.16 - Окно задания параметров субгармоник

В этом режиме на выходах тока генератора  $I_A$ ,  $I_B$ ,  $I_C$  формируются сигналы, вид которых представлен на рисунке 4.17.

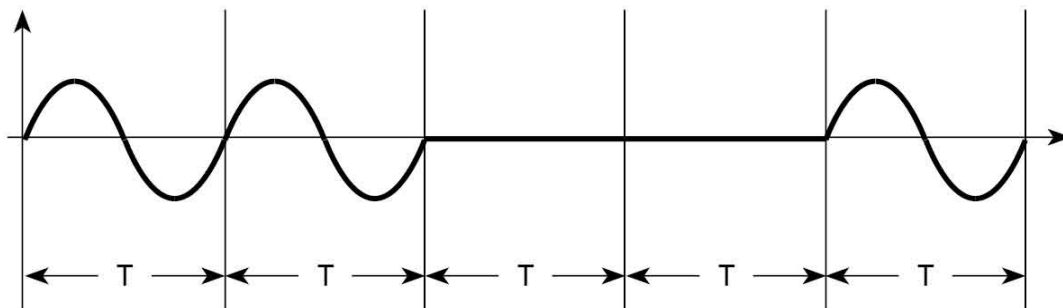


Рис. 4.17 - Форма выходного сигнала в режиме «Субгармоники» (T — период сигнала)

Значения фазовых сдвигов между напряжениями разных фаз устанавливаются равными  $120^\circ$ . Можно задать (рисунок 4.15) основную частоту (частоту первой гармоники), значения фазовых сдвигов между токами и напряжениями для всех фаз, значения напряжений и токов. С помощью переключателей можно отключать (обнулять) токи выбранной фазы.



### 4.2.3.3 Режим Фазовое управление

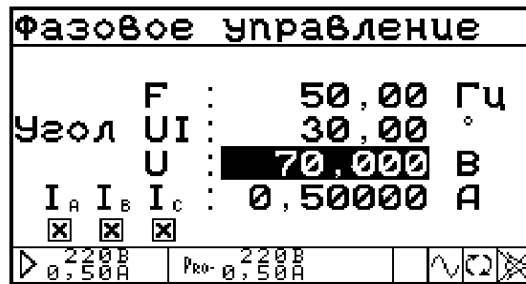


Рисунок 4.18 - Окно задания параметров режима фазового управления

В этом режиме на выходах тока генератора  $I_A, I_B, I_C$  формируются сигналы вид которых представлен на рисунке 4.19.

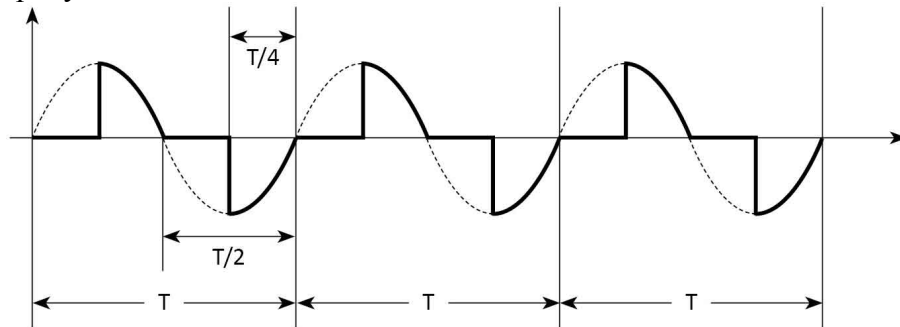


Рис. 4.19 - Форма выходного сигнала в режиме «Фазовое управление» (T — период сигнала)

Значения фазовых сдвигов между напряжениями разных фаз устанавливаются равными  $120^\circ$ . Можно задать (рисунок 4.18) основную частоту (частоту 1-ой гармоники), значения фазовых сдвигов между токами и напряжениями для всех фаз, значения напряжений и токов. С помощью переключателей можно отключать (обнулять) токи выбранной фазы.

### 4.2.3.4 Режим Провалы и перенапряжения



Рисунок 4.20 - Экран задания параметров режима провалов и перенапряжений

В режиме «Провалы и перенапряжения» (рисунок 4.20) существует возможность задать следующие параметры:

- количество провалов или перенапряжений —  $n$  (0–100 000);
- длительность одного провала или перенапряжения —  $t$  (0–600 с);
- период между возникновением провалов или перенапряжений —  $T$  ( $T$  не может быть меньше  $t$ ) (0–600 с);
- смещение по времени относительно запуска первого провала или перенапряжения (задержка первого провала или перенапряжения после поступления команды на выдачу сигнала) —  $t_n$  (0–600 с);
- фазовый сдвиг провала или перенапряжения —  $\varphi_n$  (от  $-179,99^\circ$  до  $180,00^\circ$ ) (работает только при включении привязки к полупериоду);

- привязку к полупериоду (при включении, начало каждого провала или перенапряжения привязывается к полупериоду). Рекомендуется использовать при задании фазового сдвига;
- величину провала (от 0 до 100 %) или перенапряжения (от 100 % до 200 %) для каждой фазы.

В режиме «Провалы и перенапряжения» всегда устанавливается максимальный предел по напряжению.

#### 4.2.3.5 Режим Фликер

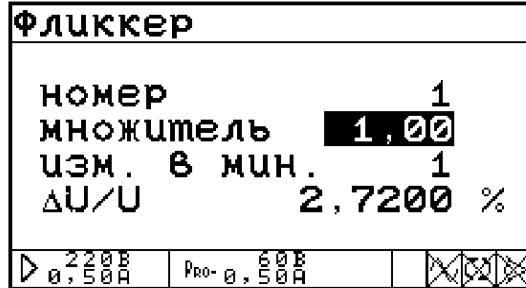


Рисунок 4.21 - Экран задания параметров фликера

В этом режиме на выходы подаются колебания напряжения с характеристиками, приведенными в таблице 4.2:

Таблица 4.2

Номер	Число изменений в минуту	Относительное изменение напряжения $\Delta U/U$ , %
1	1	2,720
2	2	2,210
3	7	1,460
4	39	0,905
5	110	0,725
6	1620	0,402

Параметры сигнала задаются путем выбора номера, соответствующего одному из шести вариантов из приведенной таблицы, и множителя, на который умножается  $\Delta U/U$ . Множитель можно изменить в пределах от 0,01 до 25,00.

#### 4.2.3.6 Режим библиотека сигналов

См. п. 4.2.5.

#### 4.2.4 Меню Установки

Меню «Установки» (рис. 4.22) состоит из двух пунктов:

- Скорость по RS-232
- Язык



Рисунок 4.22 - Меню установок

После активации пункта «Скорость по RS-232» появляется возможность выбора значения скорости обмена с ПК по последовательному интерфейсу RS-232 (рисунок 4.23). Возможна установка следующих значений скорости: 115 200, 38 400, 19 200, 9600 бит/с.

Выбор нужного значения осуществляется с помощью клавиш ▲, ▼ и «ENT». Выбранное значение скорости отображается в верхней строке дисплея.

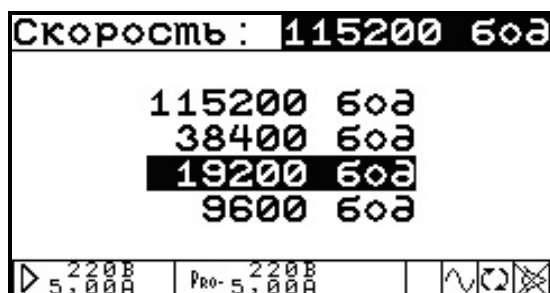


Рисунок 4.23 - Меню выбора скорости обмена с ПК по интерфейсу RS-232

После активации пункта «Язык» появляется возможность смены языка для отображения информации на дисплее прибора, можно выбрать либо русский либо английский язык (рис. 4.24) (с помощью клавиш ▲, ▼ и «ENT»).

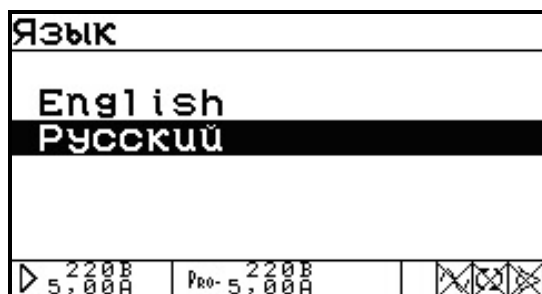


Рисунок 4.24 - Меню выбора языка

#### 4.2.5 Меню библиотека сигналов

Меню «Библиотека сигналов» (рис. 4.25) позволяет сохранять текущий или загружать ранее сохраненный сигнал.



Рисунок 4.25 - Меню библиотеки сигналов

После выбора необходимого действия появится меню выбора библиотеки (рис. 4.26). Всего существует 12 библиотек по 10 сигналов в каждой. Выбор необходимой библиотеки осуществляется клавишами ▲ и ▼. Клавиши ◀ и ▶ переключают страницу (библиотеки 1–6 расположены на первой странице (рис. 4.27), 7–12 — на второй странице (рис. 4.27)).



Рисунок 4.26 - Меню выбора библиотеки (страница 1)



Рисунок 4.27 - Меню выбора библиотеки (страница 2)

После выбора библиотеки появляется возможность выбрать один из 10 сигналов этой библиотеки. В меню отображаются названия сигналов, которые были заданы при сохранении (рис. 4.28). Если сигнал не был сохранен, то вместо его имени отображается надпись «Нет данных». Выбор сигнала осуществляется клавишами  $\wedge$  и  $\vee$ . Клавиши  $\leftarrow$  и  $\rightarrow$  переключают страницу (сигналы 1–5 расположены на первой странице, 6–10 — на второй странице).



Рисунок 4.28 - Меню выбора сигнала

После выбора сигнала в зависимости от того, какое действие было выбрано в меню «Библиотека сигналов» (рис. 4.25), осуществляются следующие действия:

- Если был выбран пункт «Загрузить сигнал», то сигнал загружается, и краткая информация о нем отображается на экране (рис. 4.29). Вернуться в меню выбора сигнала можно при помощи клавиши «ESC».

Загрузить сигнал		
Сигнал 1		
	I, А	U, В
А	0,53000	5,000
В	0,53000	5,000
С	0,53000	5,000
Частота: 45,00 Гц		

Рисунок 4.29 - Просмотр загруженного сигнала

- Если был выбран пункт «Сохранить сигнал», то на экране отображается экранная клавиатура для ввода названия сохраняемого сигнала (рисунок 4.30).



Рисунок 4.30 - Ввод названия сигнала

Название сигнала может состоять максимум из 20 символов. С помощью клавиш ▲, ▼, ◀ и ▶ осуществляется выбор необходимого символа на экранной клавиатуре, ввод символа — клавиша «ENT». Удаление последнего символа происходит при выборе на экране слова «УДАЛИТЬ» и нажатии «ENT». Окончание ввода имени и сохранение сигнала происходят при выборе «OK» и нажатии «ENT».

## 4.2.6 Управление блоком источников питания постоянного тока

Блок представляет собой комплект из 2-х источников питания постоянного тока. Выходная мощность каждого источника – 750 В·А.

**Внимание!** При выборе провода для подключения нагрузки к источнику питания, следует учитывать следующие факторы:

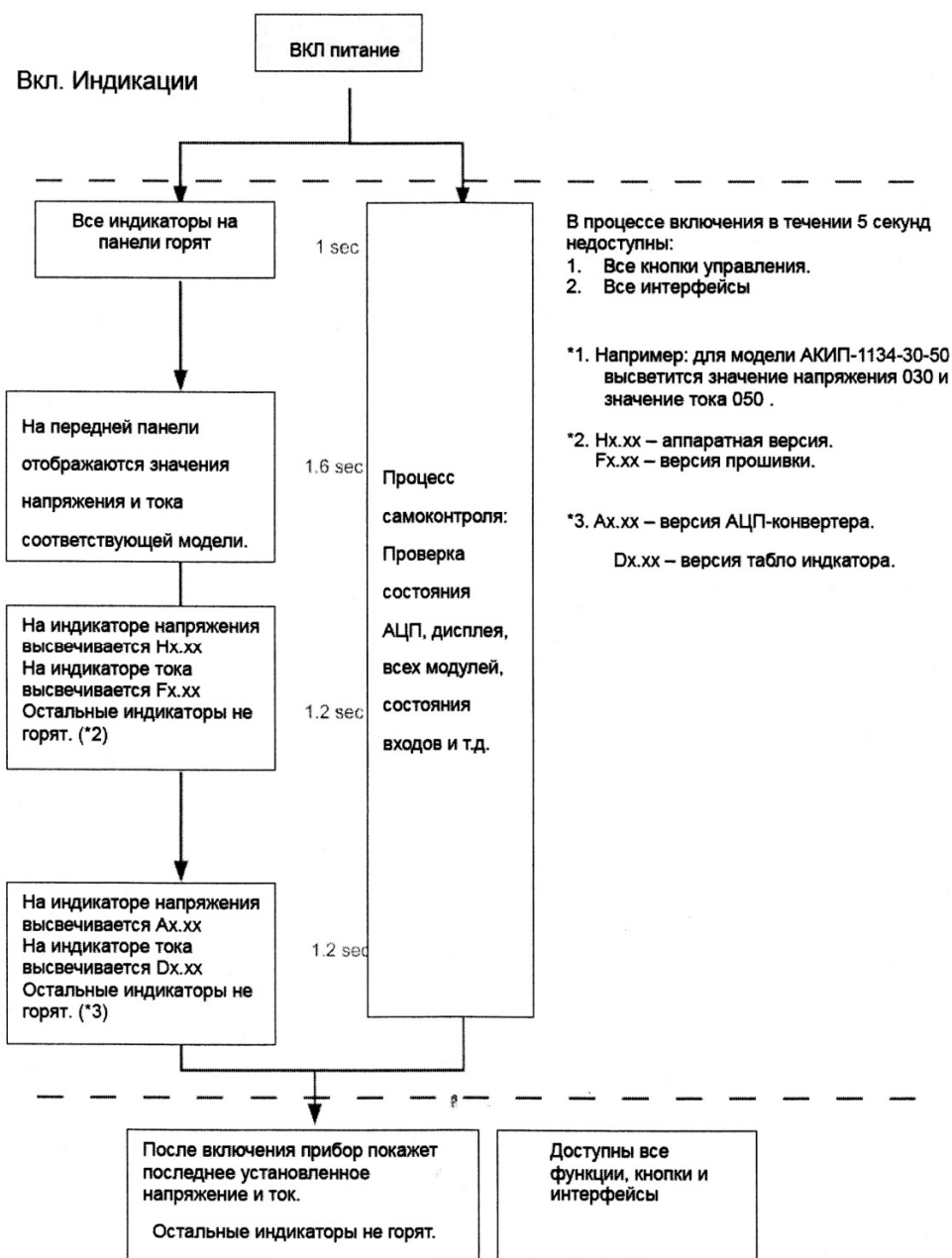
- уровень изоляции провода, текущая пропускная способность провода,
- максимальная нагрузочная длина кабеля для работы с удаленными линиями.

### 4.2.6.1 Включение Питания.

Перед включением питания:

- убедитесь, что выключатель питания на передней панели находится в положении "0";
- убедитесь, что кабель сетевого напряжения подключен;
- подключите кабель сетевого напряжения к заземленной розетке переменного тока;
- включите выключатель питания на передней панели в положение «I».

Процесс включения источников описан ниже.



#### 4.2.6.2 Установка выходного напряжения и настройка ограничения напряжения

Чтобы настроить ограничение выходного напряжения нажмите кнопки «ПРЕФ.» + «В/Огр.U», установите требуемое значение с помощью энкодера (до 110 % от номинального значения) и нажмите «ВВОД» для подтверждения.

Для установки напряжения нажмите кнопку «В/Огр.U» и установите требуемое значение, используя ручку энкодера (при ее вращении изменяется значение регулируемого разряда, а при нажатии осуществляется переход к другому разряду).

После установки требуемого значения нажмите «ВВОД» для подтверждения. Максимальная величина напряжения составляет 105 % от номинального значения и не будет превышать установленного ограничения.

#### 4.2.6.3 Установка выходного тока и настройка ограничения тока

Чтобы настроить ограничение силы выходного тока нажмите кнопки «ПРЕФ.» + «А/Огр.I», установите требуемое значение с помощью энкодера (до 110 % от номинального значения) и нажмите «ВВОД» для подтверждения.

Для установки силы тока нажмите кнопку «А/Огр.I» и установите требуемое значение, используя ручку энкодера (при ее вращении изменяется значение регулируемого разряда, а при нажатии осуществляется переход к другому разряду).

После установки требуемого значения нажмите «ВВОД» для подтверждения. Максимальная величина силы тока составляет 105 % от номинального значения и не будет превышать установленного ограничения.

#### 4.2.6.4 Настройка

Для доступа к меню настройки нажмите кнопки «ПРЕФ.» + «ВВОД/МЕНЮ». Выбор функций меню осуществляется поворотом ручки энкодера. Для получения доступа к выбранной функции нажмите кнопку «ВВОД». При необходимости измените выбранную функцию с помощью энкодера и для подтверждения нажмите кнопку «ВВОД».

Для выхода из меню настройки нажмите кнопки «ПРЕФ.» + «ВВОД».

Функции меню приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3

Индикатор напряжения	Индикатор тока	Описание
Err	-999~999	Код ошибки
OUT	Dir	Установка режима выхода
	Ent	
P.ON	Last	Состояние выхода при включении питающей сети
	OFF	
R.uPT	00.0~99.9	Установка времени нарастания
R.dNT	00.0~99.9	Установка времени спада
MEM.F	01~16	Установка начальной ячейки памяти при нажатии кнопки вызова
BEEP	ON	Вкл/Выкл звукового сигнала
	OFF	
BRIT	0~5	Настройка яркости дисплея

Продолжение таблицы 4.3

Индикатор напряжения	Индикатор тока	Описание
I.O	485	Переключение интерфейсов
	GPIB	
485	4.8K	Установка скорости передачи данных RS-485
	9.6K	
	19.2K	
	38.4K	
	57.6K	
	115.2K	
GPIB	01~31	Адрес GPIB
485	001~254	Адрес RS485
PSOP	PM	Ведущий при параллельном подключении источников
	PS	Ведомый при параллельном подключении источников
	SM	Ведущий при последовательном подключении источников
	SS	Ведомый при последовательном подключении источников
EO.C	OFF	Деактивация внешнего управления Вкл/Откл выхода
	ON	Активация внешнего управления Вкл/Откл выхода
CVM	LOC.	Установка напряжения осуществляется с панели управления источника
	EXT.	Установка напряжения осуществляется с помощью внешнего управления
CC.M	LOC.	Установка тока осуществляется с панели управления источника
	EXT.	Установка тока осуществляется с помощью внешнего управления
CAL	0000	Режим доступа к калибровке
SN10	0000	Серийный номер
FW	1.00	Версия прошивки
HW	1.00	Аппаратная версия
RST	OFF	Функция сброса Выкл.
	ON	Функция сброса Вкл.



Наиболее важные функции меню, которые необходимо установить перед началом работы с источниками:

- Режим выхода (**OUT**);
- Состояние выхода при включении питающей сети (**P.ON**);
- Выбор метода управления в режиме стабилизации напряжения (**CV.M**);
- Выбор метода управления в режиме стабилизации тока (**CC.M**).

Пункт меню «**OUT**» имеет два режима:

«**Dir**» - позволяет регулировать выходные параметры с помощью ручки энкодера при включенном выходном сигнале (рекомендуется только для опытных операторов !!!);

«**Ent**» - изменение выходного сигнала производится только после подтверждения – нажатия кнопки «**ВВОД**» (**РЕКОМЕНДУЕТСЯ !!!**).

Пункт меню «**P.ON**» имеет два режима:

«**Last**» - в этом режиме состояние выхода источника (Вкл или Выкл) остается неизменным после выключения или прерывания сетевого питания;

«**OFF**» - в этом режиме выход будет выключен при любом перезапуске источника (**РЕКОМЕНДУЕТСЯ !!!**).

Пункт меню «**CV.M**» имеет два режима:

«**LOC**» - в этом режиме установка значения напряжения осуществляется с панели управления источника;

«**EXT**» - в этом режиме установка значения напряжения осуществляется с помощью внешнего управления.

Пункт меню «**CC.M**» имеет два режима:

«**LOC**» - в этом режиме установка значения силы тока осуществляется с панели управления источника;

«**EXT**» - в этом режиме установка значения силы тока осуществляется с помощью внешнего управления.

#### 4.2.6.5 Сохранение установок тока и напряжения

Источники обеспечивают возможность сохранения во встроенной памяти до 16 установок тока и напряжения (настройка ограничения по току и напряжению не сохраняются).

Сохранение параметров осуществляется комбинацией кнопок «**ПРЕФ.**» + «**ВЫЗ/СОХР.**». При этом на индикаторе напряжения отображается номер ячейки памяти (от 01 до 16) в которую будут записаны настройки. С помощью энкодера наберите нужный номер ячейки и нажмите «**ВВОД**» для подтверждения.

#### 4.2.6.6 Вызов сохраненных установок тока и напряжения

Для вызова из памяти одной из 16 установок тока и напряжения нажимайте кнопку «**ВЫЗ.**» пока не появятся нужные значения. Для подтверждения выбранной установки и выхода из режима вызова нажмите кнопку «**В/Огр.У**».

## ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА

Если при использовании приборов и ПО у Вас возникли вопросы, то прежде чем обратиться в отдел технической поддержки пользователей, просмотрите всю имеющуюся у Вас документацию (Руководство пользователя и справочный файл)

## ПРИЛОЖЕНИЕ А. СХЕМЫ МЕЖБЛОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

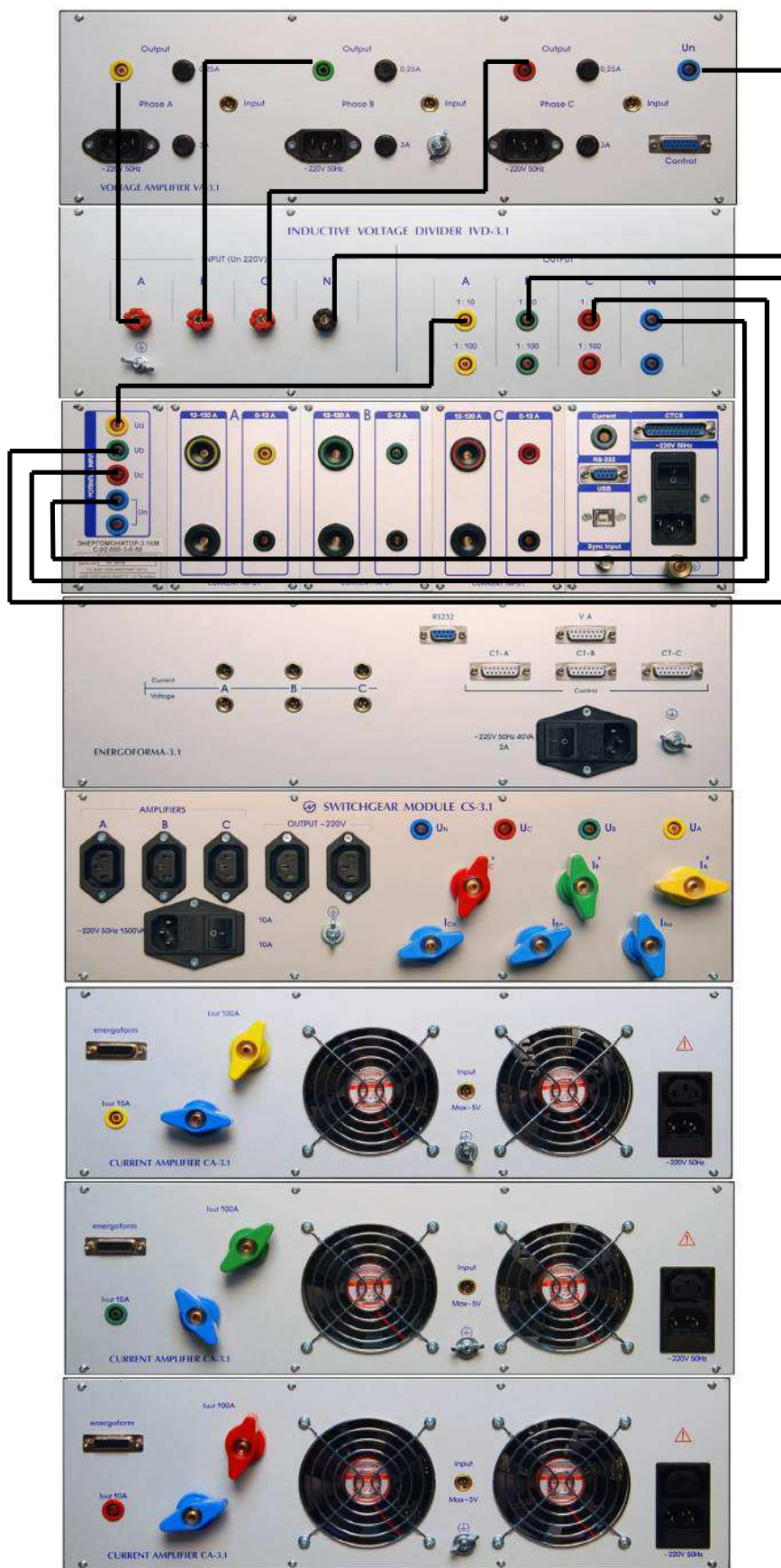


Рисунок А.1. Схема подключения делителя напряжения IVD-3.1 к Установке (деление на 10).

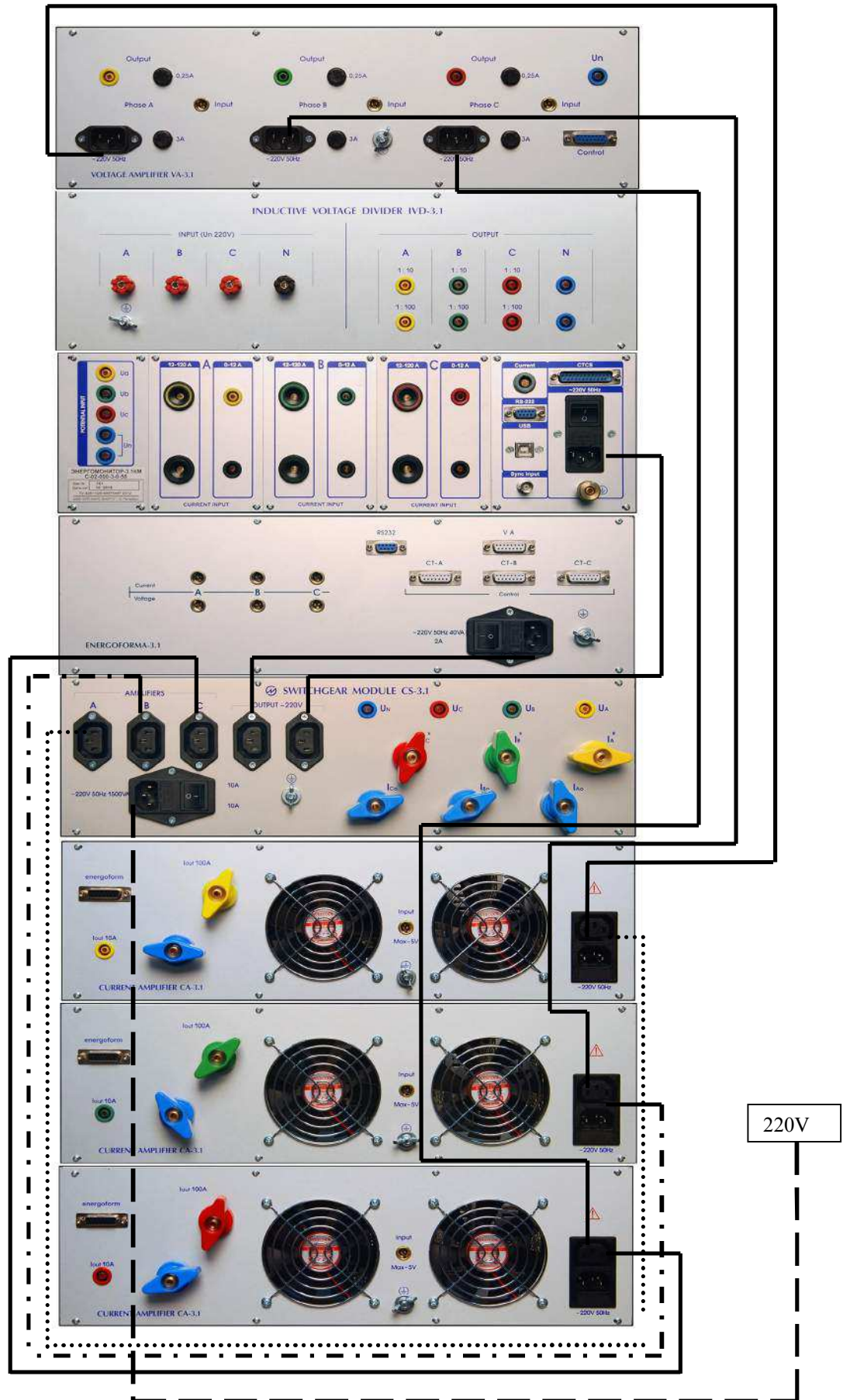


Рисунок А.2. Схема подключения питания Установки



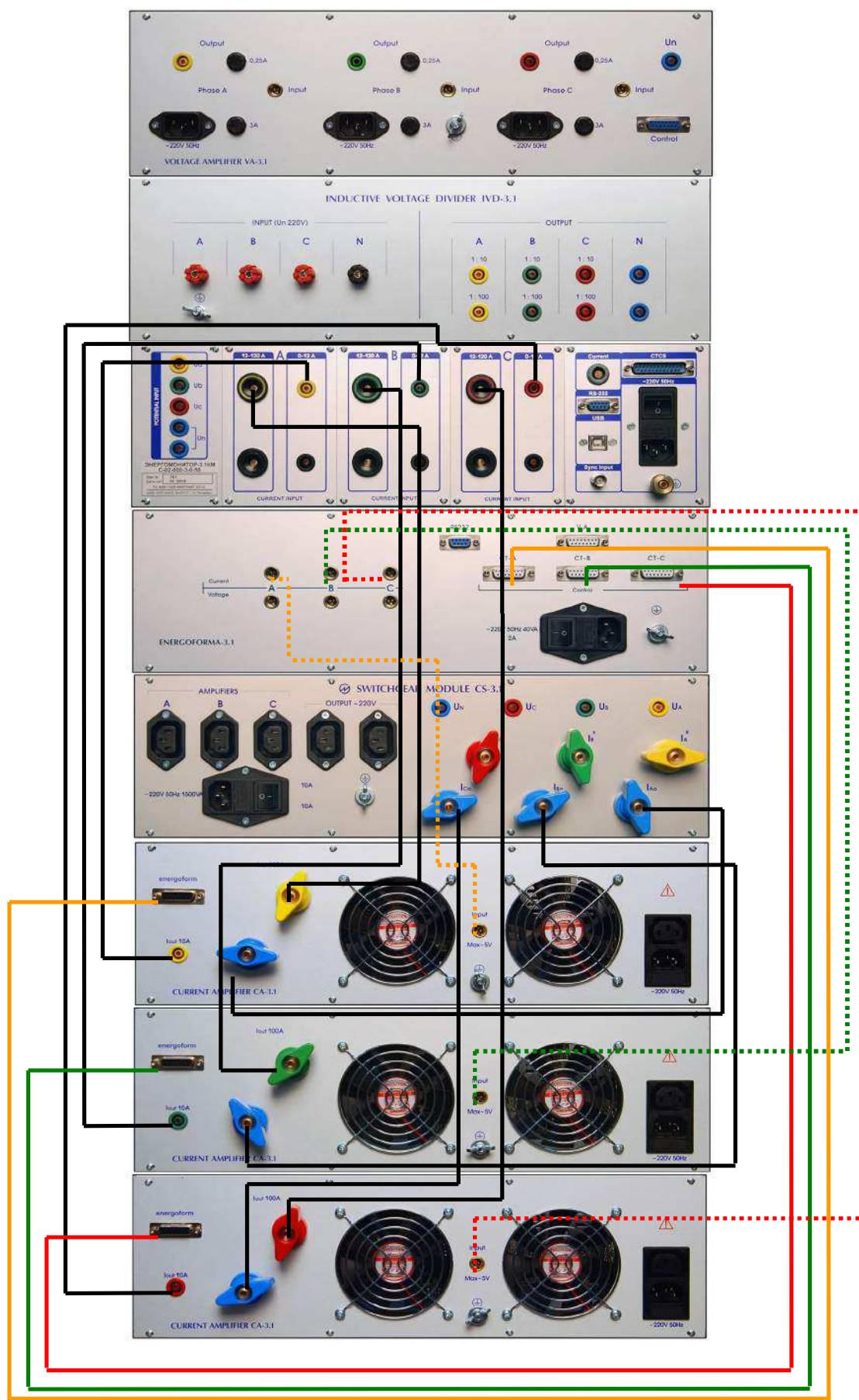


Рисунок А.3. Схема подключения усилителей тока к Установке

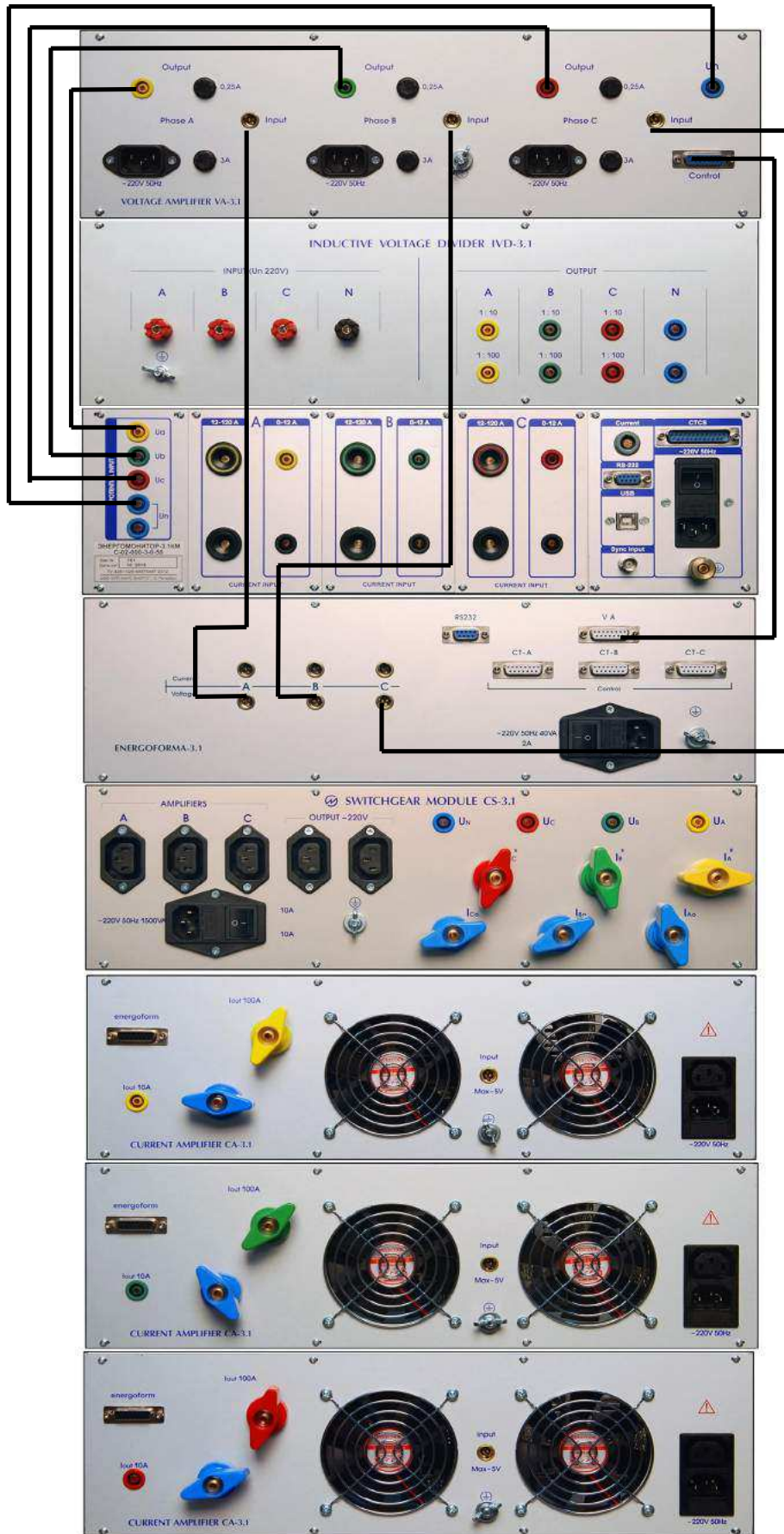
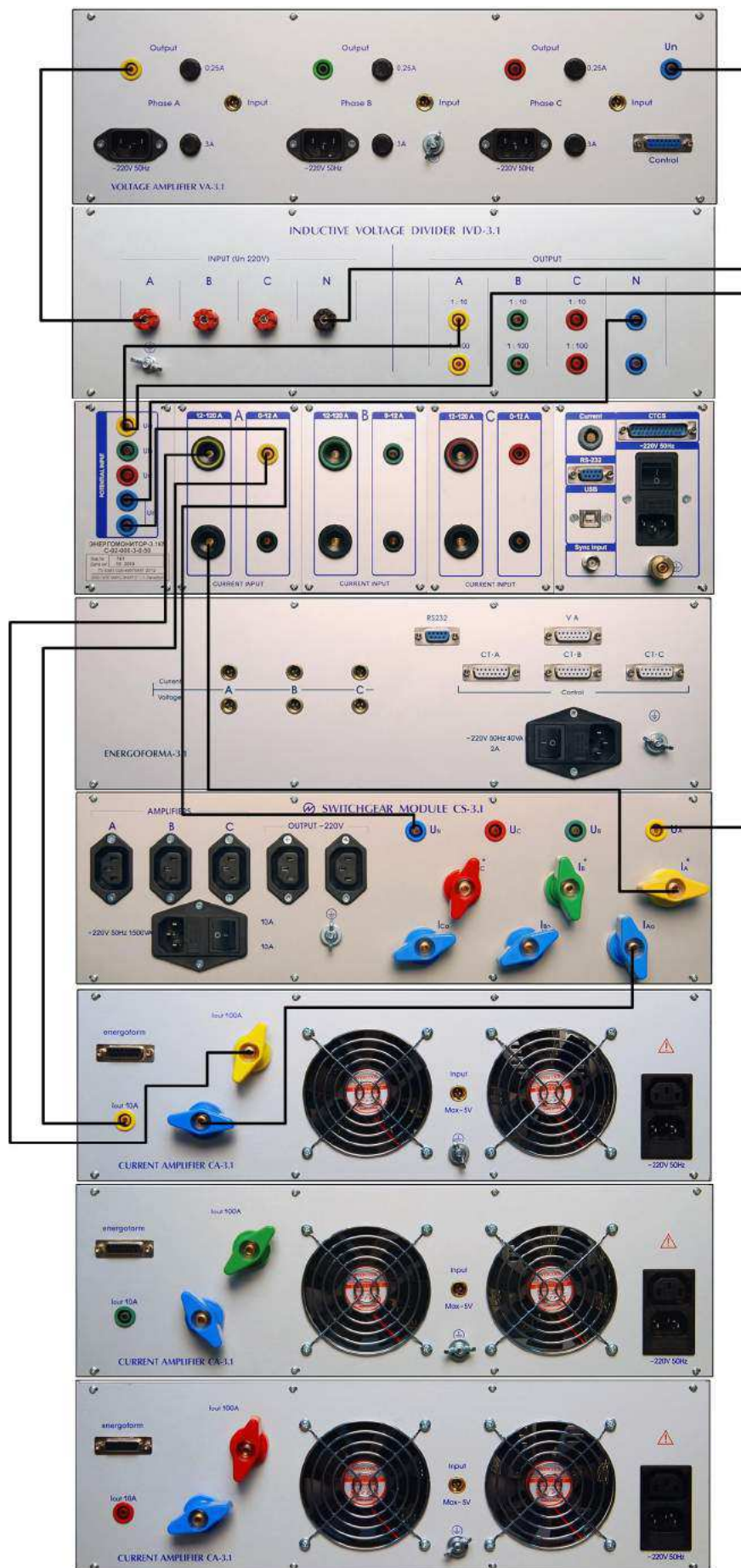


Рисунок А.4. Схема подключения усилителя напряжения к Установке





Цепи тока и напряжения показаны только для фазы «А».  
Делитель IVD-3.1 подключен 1:10.

Рисунок А.5 - Схема подключения Прибора «Энергомонитор-3.1КМ» к Установке

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б. СХЕМА ПОДКЛЮЧЕНИЯ ПТНЧ К ТРЕХМЕСТНОЙ УСТАНОВКЕ

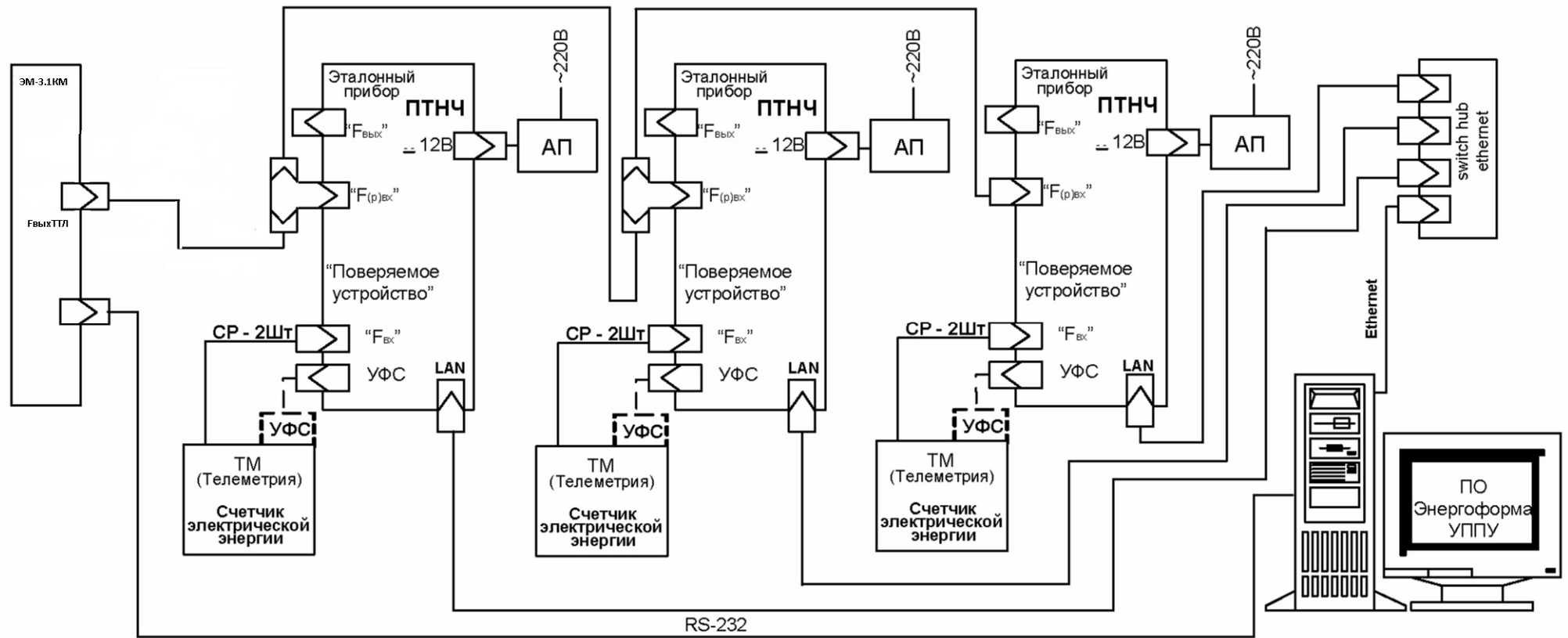


Рисунок Б.1 Схема подключения поверяемых счетчиков к трехместной установке



## **ПРИЛОЖЕНИЕ В.**

### **ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

В комплект поставки Установки «УППУ-МЭ 3.1КМ» входит накопитель с программным обеспечением:

- программа «Энергоформа» (Enform),
- программа «Энергоформа УППУ» (EnfCalibrationRig),
- программа «Энергомониторинг СИ» (EmCounter),
- программа «Калибровка генератора» (EfCalibr).

#### **«Энергоформа» (Enform)**

Программа «Энергоформа» предназначена для работы в составе поверочной Установки с Приборами для измерения электроэнергетических величин и показателей качества электрической энергии «Энергомонитор-3.1», «Энергомонитор-3.3», «Энергомонитор-3.1КМ», «Энергомонитор-3.3Т1» и генератором электрических сигналов «Энергоформа-3.1» и «Энергоформа-3.3» (в дальнейшем генератор).

Программа «Энергоформа» позволяет:

- считывать результаты измерений из прибора «Энергомонитор-3.1КМ» через последовательный порт и отображать их на экране ПК;
- выполнять установку нужных пределов Приборов по команде пользователя;
- задавать требуемые сигналы на генераторе с автоматической и ручной подстройкой;
- проводить поверку измерительных приборов (цифрового и стрелочного типов) в ручном режиме;
- формировать протоколы поверки измерительных приборов;
- проводить поверку измерительных приборов «Энергомонитор-3.1», «Энергомонитор-3.3», «Энергомонитор-3.1КМ», «Энергомонитор-3.3Т1» в автоматическом режиме;
- сохранять в файл на жестком диске ПК испытательные сигналы и методики поверки измерительных приборов;
- считывать и сохранять библиотеки испытательных сигналов в генератор «Энергоформа-3.1» и «Энергоформа-3.3».

Порядок работы с программой «Энергоформа» подробно описан в «Программа „Энергоформа” Версия 2.х.х Руководство пользователя».

#### **«Энергоформа УППУ» (EnfCalibrationRig)**

Программа «Энергоформа УППУ» предназначена для работы в составе поверочной установки «УППУ-МЭ 3.1КМ» с Приборами для измерения электроэнергетических величин и показателей качества электрической энергии «Энергомонитор-3.1», «Энергомонитор-3.1КМ» (в дальнейшем Прибор) и генератором электрических сигналов «Энергоформа-3.1» (в дальнейшем Генератор) и с прибором для определения погрешности измерений (в дальнейшем ПТНЧ).

Программа «Энергоформа УППУ» позволяет:

- проводить поверку однофазных и трехфазных счетчиков электрической энергии с помощью устройства ПТНЧ в автоматическом режиме (одновременно от 1 до 3 счетчиков);
- проводить настройку (калибровку) однофазных и трехфазных счетчиков электрической энергии с помощью устройства ПТНЧ в полуавтоматическом режиме (одновременно от 1 до 3 счетчиков);
- проводить поверку однофазных и трехфазных преобразователей различных энергетических величин в постоянный ток или напряжение с помощью устройства ПТНЧ в автоматическом режиме (одновременно от 1 до 15 преобразователей);
- проводить настройку (калибровку) однофазных и трехфазных преобразователей различных энергетических величин в постоянный ток или напряжение с помощью устройства ПТНЧ в

полуавтоматическом режиме (одновременно от 1 до 15 преобразователей);

- считывать результаты измерений из Прибора через последовательный порт и отображать считанные измерения Прибора на ПК в режиме поверки и в режиме настройки (калибровки);

- составлять методики поверки счетчиков и преобразователей с возможностью их сохранения в файл на жестком диске ПК и возможностью загрузки из файла.

- задавать сигналы из составленных методик поверки на генераторе в режиме поверки и в режиме настройки (калибровки);

- считывать результаты измерений из ПТНЧ через интерфейс Ethernet (10 Мбит/сек) в режиме поверки и в режиме настройки (калибровки);

- отображать результаты поверки и настройки (калибровки) на ПК;

- сохранять результаты поверки и настройки (калибровки) в файл на жесткий диск ПК с возможностью их загрузки из файла и просмотра;

- экспортировать результаты поверки и настройки (калибровки) в файл MS Excel.

Для проведения поверки к каждому поверяемому средству должно подключаться одно устройство определения погрешности (ПТНЧ). Одновременно может быть поверено от 1 до 15 однотипных приборов. Поверяемые приборы должны одинаково подключаться к поверочной установке согласно своей схеме подключения.

Поверка или настройка счетчиков проводится методом сравнения частот эталонного поверяемого счетчика. При поверке счетчиков импульсный выход каждого счетчика должен быть подключен к импульсному выходу одного из ПТНЧ. Импульсный выход эталонного прибора должен быть подключен к эталонному импульсному входу каждого ПТНЧ. Программа «Энергоформа УППУ» обеспечивает поверку счетчиков по типам мощности: активная; полная; реактивная (геометрический метод); реактивная (перекрестный метод); реактивная (сдвиговый метод).

При поверке преобразователей выход постоянного напряжения или тока каждого преобразователя должен быть подключен к измерительному входу постоянного напряжения или тока одного из ПТНЧ. Для однофазных преобразователей одновременно поддерживается подключение к разным фазам поверочной установки.

Программа «Энергоформа УППУ» обеспечивает поверку следующих типов преобразователей: переменного напряжения; переменного тока; активной мощности; полной мощности; реактивной мощности (геометрический, перекрестный, сдвиговый метод); частоты.

Поддерживается поверка преобразователей напряжения и частоты с номинальным значением переменного напряжения до 1000 В.

В качестве постоянного выхода преобразователя может быть выбран один из следующих диапазонов измерения ПТНЧ: [0 ... +5] В; [0 ... +10] В; [-5 ... +5] В; [-10 ... +10] В; [0 ... +20] мА; [+4 ... +20] мА; [0 ... +5] мА; [-5 ... +5] мА.

Клеммы и схемы подключения устройства ПТНЧ к поверяемому средству и к установке описаны в руководстве по эксплуатации на прибор ПТНЧ.

Порядок работы с программой «Энергоформа УППУ» подробно описан в «Программа „Энергоформа УППУ” Версия 2.x.x Руководство пользователя».

### **«Энергомониторинг СИ» (EmCounter)**

Программа «Энергомониторинг средств измерений» предназначена для работы с Приборами для измерения электроэнергетических величин и показателей качества электрической энергии «Энергомонитор-3.3», «Энергомонитор-3.3Т1» и Приборами электроизмерительными эталонными многофункциональными «Энергомонитор-3.1» (версия прошивки прибора 1.9 и выше), «Энергомонитор-3.1КМ» (в дальнейшем Прибор). Программа не поддерживает работу с файлами архивов, созданными более ранней версией программы.

Программа «Энергомониторинг средств измерений» позволяет:

- считывать накопленные в Приборах архивы результатов поверки средств измерений через последовательный интерфейс RS-232,

- сохранять принятые данные на жестком диске в файл,
- выполнять объединение архивов поверок, проведенных по одному средству измерения,
- осуществлять просмотр ранее полученных данных в удобной форме,
- создавать протоколы поверки средств измерений (счетчиков) электрической энергии, которые могут быть выведены на печать или сохранены в файле на жестком диске,
- создавать и редактировать базу данных поверяемых средств прибора (с возможностью сохранения базы данных в файл на жестком диске),
- экспортировать таблицу с результатами поверки в MS Excel;
- Интерфейс пользователя построен на основе стандартной модели Windows.

Порядок работы с программой «Энергомониторинг СИ» подробно описан в «Программа „Энергомониторинг средств измерений” Программного комплекса „Энергомониторинг” Версия 4.х.х Руководство пользователя».

## Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (стр.) в документе	№ док.	Входящий № сопроводительного документа	Подпись	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулированных					
1	8-15, 18-21, 35-37, 39	—	—	—	48	МС- МЭ- 308	—	<i>ds</i>	12. 09. 2014
2	20	—	—	—	48	МС- МЭ- 501	—	<i>ds</i>	01. 09. 2016
3	3-49, 62-65	—	—	—	75	МС- МЭ- 597	—	<i>ds</i>	06. 08. 2018
4	3, 7, 28-39, 41-47, 67-71, 73-75	—	—	—	77	МС- МЭ- 660	—	<i>ds</i>	28. 11. 2019
5	47	—	—	—	76	МС- МЭ- 676	—	<i>ds</i>	16. 03. 2020