

ОКПД2 27.12.31  
ТН ВЭД ЕАЭС 8537 10 100 0

УТВЕРЖДАЮ

Директор ООО «НПП Марс-Энерго»

\_\_\_\_\_ И.А. Гиниятуллин

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.



# **Установки поверочные универсальные УППУ-МЭ21**

**Руководство по эксплуатации**

НФЦР.411722.007РЭ

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>Введение .....</b>	<b>4</b>
<b>1 Описание и работа .....</b>	<b>4</b>
<b>1.1 Назначение.....</b>	<b>4</b>
<b>1.2 Технические характеристики.....</b>	<b>6</b>
1.2.1 Метрологические и технические характеристики .....	6
1.2.2.3 Частотный вход .....	12
<b>1.3 Состав изделия .....</b>	<b>14</b>
1.3.1 Конструкции модификаций .....	14
<b>1.4 Устройство и работа .....</b>	<b>17</b>
1.4.1 Методы измерений .....	17
1.4.2 Взаимодействие составных частей .....	17
1.4.3 Эталонное СИ .....	21
1.4.4 Генератор «Энергоформа».....	21
1.4.5 Блок коммутации «БК-3.1» .....	24
1.4.6 Усилитель тока "УТ-3.1" .....	27
1.4.7 Усилитель напряжения "УН-3.1".....	28
1.4.8 Катушки токовые КТ.....	29
1.4.9 Блок источников испытательных сигналов постоянного тока.....	32
1.4.10 Устройство навески счетчиков трехфазное "УНСЗ" .....	36
1.4.11 Устройство фотосчитывающее УФС и ПФИ.....	37
1.4.12 Блок коммутации настольный БКН-3.1 .....	37
1.4.13 Преобразователь интерфейса USB-4RS232.....	38
1.4.14 Преобразователь 2Ethernet-4RS232 .....	39
1.4.15 Вычислитель погрешности ВП-3.1 .....	39
1.4.16 Трансформаторы тока разделительные трехфазные ТТР-3.100.....	41
1.4.17 Трансформаторы напряжения изолирующие ТНИ-1.....	41
<b>1.5 Маркировка и пломбирование.....</b>	<b>42</b>
1.5.1 Маркировка изделия.....	42
1.5.2 Маркировка транспортной тары.....	42
1.5.3 Пломбирование.....	42
<b>2 Использование по назначению .....</b>	<b>43</b>
<b>2.1 Эксплуатационные ограничения.....</b>	<b>43</b>
<b>2.2 Подготовка изделия к использованию.....</b>	<b>43</b>
2.2.1 Требования безопасности.....	43
2.2.2 Распаковывание Установок .....	44
2.2.3 Монтаж на месте эксплуатации .....	44
2.2.4 Включение Установок.....	44
<b>2.3 Использование изделия.....</b>	<b>45</b>
2.3.1 Управление Установкой от ПК .....	46
2.3.2 Работа Установки в автономном режиме.....	47
2.3.2.1 Интерфейс оператора генератора-синтезатора «Энергоформа».....	48
2.3.2.2 Режим Стандартный сигнал.....	50
2.3.2.3 Меню Специальные сигналы .....	51
2.3.2.4 Меню Установки.....	57
2.3.2.5 Меню библиотека сигналов .....	59
2.3.3 Управление блоком источников питания постоянного тока.....	61
2.3.4 Работа с КТ.....	65
<b>3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ.....</b>	<b>66</b>
<b>3.1 Общие указания.....</b>	<b>66</b>
<b>3.2 Меры безопасности.....</b>	<b>66</b>
<b>3.3 Порядок технического обслуживания изделия.....</b>	<b>66</b>

<b>3.4 Перечень возможных неисправностей и способы их устранения.....</b>	<b>66</b>
<b>4 ХРАНЕНИЕ .....</b>	<b>67</b>
<b>5 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ .....</b>	<b>67</b>
<b>Приложение А .....</b>	<b>68</b>
<b>Приложение Б (справочное). Формулы, используемые для вычисления погрешностей счетчиков активной электрической энергии.....</b>	<b>69</b>
<b>Приложение В (справочное).....</b>	<b>70</b>
<b>Программное обеспечение .....</b>	<b>70</b>
<b>Лист регистрации изменений .....</b>	<b>73</b>

# ВВЕДЕНИЕ

Настоящее руководство распространяется на Установки поверочные универсальные "УППУ-МЭ21" (далее — Установа) и содержит сведения, необходимые для ее эксплуатации. Выпускается по НФЦР.411722.007ТУ.

Состав эксплуатационной документации (ЭД), поставляемой с установкой:

Руководство по эксплуатации	НФЦР.411722.007РЭ
Формуляр	НФЦР.411722.007ФО

СИ, дополнительные СИ, устройства и др. изделия комплектуются соответствующей ЭД отдельно.

## ОПИСАНИЕ И РАБОТА

### 1.1 Назначение

1.1.1 Установки поверочные универсальные «УППУ-МЭ21» (далее – Установки) предназначены для измерения активной, реактивной, полной электрической мощности и энергии, частоты переменного тока, значений напряжения и силы переменного тока, фазовых углов и коэффициента мощности, значений напряжения и силы постоянного тока, основных и дополнительных показателей качества электрической энергии:

- среднеквадратического значение основной гармонической составляющей напряжения  $U_{(1)}$ ;
- среднеквадратического значение гармонической составляющей напряжения  $U_{(h)}$  с частотой  $h \cdot f_1$  (порядка  $h$ ) для значений  $h$  от 2 до 50;
- среднеквадратического значение интергармонической составляющей напряжения  $U_{(m)}$  с частотой  $m \cdot f_1$  для значений  $m$  от 0,5 до 50,5 с дискретностью 1,0 ;
- среднеквадратического значение основной гармонической составляющей тока  $I_{(1)}$ ;
- среднеквадратического значение гармонической составляющей тока  $I_{(h)}$  порядка  $h$  для значений  $h$  от 2 до 50 ;
- среднеквадратического значение интергармонической составляющей тока  $I_{(m)}$  с частотой  $m \cdot f_1$  для значений  $m$  от 0,5 до 50,5 с дискретностью 1,0 ;
- 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 ( $Q_1$ );
- коэффициента мощности ( $K_P$ ) и тангенса  $[\operatorname{tg}(\varphi)]$ ;
- 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 ( $I_2$ );
  - углов фазового сдвига между напряжением и током прямой, обратной и нулевой последовательности;
  - угла сдвига фаз между основными гармониками напряжения ( $\varphi_{UaUb}$ ) или тока ( $\varphi_{IaIb}$ ) в двух различных фазах трехфазной сети;
  - кратковременной дозы фликера;
  - длительности провала напряжения ( $\Delta t_n$ );
  - глубины провала напряжения ( $\delta U_n$ );
  - коэффициента временного перенапряжения ( $K_{пер U}$ );
  - длительности временного перенапряжения ( $\Delta t_{пер}$ );
  - силы постоянного тока и напряжения постоянного тока,
- а также для выполнения калибровки и поверки СИ указанных выше величин и формирования указанных величин ПКЭ.

1.1.2 Условное обозначение установок при их заказе и в документации другой продукции, в которой они могут быть применены, должно состоять из обозначения типа установки (УППУ—МЭ21) и условного обозначения модификации:

УППУ-МЭ21 X-(X)-X-X-X.n-X-X  
                                   1 2 3 4 5 6 7

- 1 – обозначение модификации установки по конструктивному исполнению:
- «С» - стационарное (в приборной стойке стандарта 19"),
  - «П» - переносное (эталонное СИ и ИИС в виде кейсов);
- 2 – обозначение модификации эталонного СИ (3.1КМ, или 3.1КМ-Э, или 61850), входящего в комплект установки, в скобках;
- 3 – обозначение модификации установки по силе максимального выходного тока ИИС переменного/постоянного (переменного и постоянного с прибором "Энергомонитор-3.1КМ X-XX-1XX, измеряющим дополнительно параметры постоянного тока),  $I_{max}/I_{dc max}$ , А, например:

- «120/0» (в комплекте модификации нет источника постоянного тока и катушек токовых КТ),
- «1000/1000» (в комплект модификации установки должны входить источник постоянного тока и катушки токовые КТ-3-100);

4 – обозначение модификации установки по номинальному выходному фазному напряжению переменного/постоянного тока ИИС,  $U_n / U_{dc\ max}$ , В, например:

- «10/0» (в комплекте установки отсутствуют усилители «УТ-3.1», «УН-3.1» и источник напряжения постоянного тока),
- «480/600» (в комплект модификации установки должен входить источник напряжения постоянного тока),

5 – обозначение модификации установки по схеме подключения СЭЭ и максимальному количеству (n шт.) поверочных мест, оборудованных устройством навески и предназначенных для одновременной автоматизированной поверки СЭЭ:

- «1.n» однофазных СЭЭ, где n от 0 до 30;
- «3.n» трехфазных СЭЭ, где n от 0 до 10.

6 – обозначение модификации установки:

- «ТТ» с поверочными местами, оборудованными трансформаторами тока ТТР-3.100;
- «ТН» с поверочными местами, оборудованными трансформаторами напряжения изолирующими однофазными ТНИ-1;
- «х» без трансформаторов,

7 – «К» обозначение модификации установки с нормированными погрешностями воспроизведения установкой величин показателей случайных событий и дозы фликера (буква отсутствует при отсутствии нормирования).

Пример обозначения пятиместной установки с измерением величин постоянного тока и переменного тока с частотой 50 Гц:

УППУ-МЭ21 С-(3.1КМ С-02-1ХХ-3-0-50)-120/100-480/600-3.5-ТТ-К

## 1.2 Технические характеристики

### 1.2.1 Метрологические и технические характеристики

1.2.1.1 Диапазоны измерений и пределы допускаемых погрешностей измерений установок определяются погрешностями, установленными для эталонных СИ, входящих в состав установок:

- Энергомонитор-3.1КМ регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 52854-13;
- Энергомонитор-3.1КМ-Э регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 86936-22;
- Энергомонитор-61850 регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 73445-18,

а также погрешностями, установленными для трансформаторов ТТР-3.100 регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 85612-22, входящих в состав установок в соответствии с модификацией.

Установки УППУ-МЭ21 обеспечивают формирование одно- и трехфазной системы токов и напряжений с параметрами и диапазонами, указанными в таблицах 2 и 3:

- для установок с приборами Энергомонитор-3.1КМ-Э, Энергомонитор-3.1КМ, Энергомонитор-61850 имеются поддиапазоны измерений переменного (постоянного) тока со следующими номинальными значениями  $I_n$ : 0,05; 0,1; 0,25; 0,5; 1; 2,5; 5; 10; 25; 50 и 100 А;

- для установок с прибором Энергомонитор-3.1КМ или Энергомонитор-61850 имеются поддиапазоны измерений напряжения переменного (постоянного) тока со следующими с номинальными значениями  $U_n$ : 1, 2, 5, 10, 30, 60, 120, 240, 480 и 800 В;

- для установок с прибором Энергомонитор-3.1КМ-Э Х-ХХ-ХЕ-3-6-50 имеются поддиапазоны измерений напряжения переменного (постоянного) тока со следующими с номинальными значениями:

- напряжение сигналов напряжения,  $U_{\text{ном}}$ : 10 мВ; 100 мВ В; 1 В; 2 В, 5 В, 10 В, 30 В, 60 В, 120 В, 240 В, 480 В И 800 В;
- напряжение сигналов тока,  $U_{\text{ном}}$ : 10 мВ; 100 мВ; 1В; 10В.

Характеристики указанных СИ следует уточнять по действующим описаниям типов СИ.

Таблица 1.1 – Метрологические характеристики задания параметров переменного тока

Наименование характеристики	Значение
Диапазон задания среднеквадратического значения основной гармонической составляющей фазного (междуфазного) напряжения ( $U_1$ ), В: в режиме «ЭлТА» (без усилителя УН-3.1) в режиме «Традиционный» (с усилителем УН-3.1)	от 0,001 (0,0017) до 12 (20,8) от 12 (20,8) до 576 (1000)
Дискретность задания величины среднеквадратического значения основной гармонической составляющей напряжения, В в режиме «ЭлТА» (без усилителя УН-3.1) в режиме «Традиционный» (с усилителем УН-3.1)	0,00001 0,001
Пределы допускаемой относительной погрешности задания среднеквадратического значения основной гармонической составляющей напряжения, %	$\pm 1$
Диапазон задания среднеквадратического значения основной гармонической составляющей силы переменного тока ( $I_1$ ), А	От 0,005 до 120
Дискретность задания величины среднеквадратического значения основной гармонической составляющей силы переменного тока, А	0,0001
Пределы допускаемой относительной погрешности задания среднеквадратического значения основной гармонической составляющей силы переменного тока, %	$\pm 1$
Диапазон задания частоты основной (первой) гармонической составляющей выходных сигналов ( $f_1$ ), Гц	от 40 до 75 и от 350 до 450
Дискретность задания частоты основной (первой) гармонической составляющей выходных сигналов ( $f_1$ ), Гц	0,01
Пределы допускаемой абсолютной погрешности задания частоты основной (первой) гармонической составляющей выходных сигналов ( $f_1$ ), Гц	$\pm 0,01$
Диапазон задания углов фазового сдвига между основными гармоническими составляющими: выходных напряжений, напряжения и тока (сигнала тока) одной фазы, °	от -179,99 до +180
Дискретность задания углов фазового сдвига между основными гармоническими составляющими: выходных напряжений, напряжения и тока (сигнала тока) одной фазы, °	0,01
Пределы допускаемой абсолютной погрешности задания углов фазового сдвига между основными гармоническими составляющими: выходных напряжений, напряжения и тока (сигнала тока) одной фазы, °	$\pm 1$
Диапазон задания среднеквадратического значения основной	от $0,05 \cdot L \cdot I_{\text{ВХ}}$ до $L \cdot I_{\text{ВХ}}$

Наименование характеристики	Значение
гармонической составляющей тока первичной обмотки разъемного или шинного трансформатора тока, образованной ампер-витками катушки токовой КТ, А	где: $I_{ВХ}$ – входной ток КТ (не более 10 А); $L$ – количество витков катушки токовой КТ (20, 100, 300)
Пределы допускаемой относительной погрешности задания величины среднеквадратического значения основной гармонической составляющей тока первичной обмотки разъемного или шинного трансформатора тока, образованной ампер-витками катушки токовой КТ, %	$\pm 0,1$
Пределы допускаемых дополнительных погрешностей задания указанных выше величин, вызванных изменением температуры окружающей среды от 23 до 10 °С и от 23 до 35 °С, в долях от пределов допускаемой основной погрешности воспроизведения величин <sup>1)</sup>	1,0
Пределы допускаемой относительной погрешности задания величины среднеквадратического значения основной гармонической составляющей напряжения для установок, оборудованных поверочными местами с ТНИ, на каждом из поверочных мест относительно напряжения, измеренного эталонным СИ на первом поверочном месте, %	$\pm 0,1$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности задания сдвига фазы основной гармонической составляющей напряжения для установок, оборудованных поверочными местами с ТНИ, на каждом из поверочных мест относительно фазы напряжения на первом поверочном месте, мин	$\pm 2,0$
Примечание. <sup>1)</sup> Для установок переносного исполнения.	

Таблица 1.2 - Метрологические характеристики воспроизведения установками параметров напряжения переменного тока с основной частотой от 40 до 70 Гц, показателей случайных событий и дозы фликера для испытаний средств измерений ПКЭ, соответствующих требованиям ГОСТ Р 8.655–2009, ГОСТ 30804.4.30-2013 (IEC 61000-4-30:2008), ГОСТ IEC 61000-4-30-2017, ГОСТ 30804.4.7-2013 (IEC 61000-4-7:2009), ГОСТ Р 51317.4.15-2012 (МЭК 61000-4-15:2010)

Наименование характеристики	Значение
Диапазон воспроизведения длительности провала или перенапряжения (t), с	от 0,01 до 600
Дискретность задания длительности провала или перенапряжения, с	0,001

## Продолжение Таблицы 1.4

Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения длительности провала или перенапряжения, с	$\pm 0,002$
Диапазон воспроизведения глубины провала, %	от 10 до 100
Дискретность задания величины глубины провала, %	0,01
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения глубины провала, %	$\pm 0,06$ <sup>1)</sup>
Диапазон воспроизведения коэффициента перенапряжения	от 1,1 до 2,0
Дискретность задания величины коэффициента перенапряжения	0,0001
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения коэффициента перенапряжения	$\pm 0,0006$ <sup>1)</sup>
Диапазон воспроизведения максимального значения напряжения при перенапряжении, В	от $1,1 \cdot U_{\text{дин}}$ до $2 \cdot U_{\text{дин}}$ , где $U_{\text{дин}}$ не более 230 В <sup>2)</sup>
Дискретность задания величины максимального значения напряжения при перенапряжении, В: без усилителя УН-3.1 с усилителем УН-3.1	0,00001 0,001
Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения максимального значения напряжения при перенапряжении, %	$\pm 0,06$ <sup>1)</sup>
Диапазон воспроизведения кратковременной дозы фликера при $49 \text{ Гц} < f_1 < 51 \text{ Гц}$ ; $U$ от 180 до 253 В; при колебаниях напряжения, имеющих форму меандра, $\Delta U/U$ от 0,4 % до 10 %	от 0,2 до 10
Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения кратковременной и длительной дозы фликера, %	$\pm 1,5$ <sup>1)</sup>
Пределы допускаемых дополнительных погрешностей воспроизведения, вызванных изменением температуры окружающей среды от 23 до 10 °С и от 23 до 35 °С, в долях от пределов допускаемой основной погрешности воспроизведения величин <sup>3)</sup>	1,0
<p>Примечание.</p> <p><sup>1)</sup> Пределы допускаемых погрешностей воспроизведения обеспечиваются в течение 8 часов после выполнения калибровки установок модификаций: УППУ-МЭ21 Х-(Энергомонитор-3.1КМ Х-02)-Х-Х-Х.п-Х-К, УППУ-МЭ21 Х-(Энергомонитор-3.1КМ-Э Х-02)-Х-Х-Х.п-Х-К, УППУ-МЭ21 Х-(Энергомонитор-61850 Х-02)-Х-Х-Х.п-Х-К.</p> <p><sup>2)</sup> <math>U_{\text{дин}}</math> по ГОСТ 30804.4.30-2013 (IEC 61000-4-30:2008)</p> <p><sup>3)</sup> Для установок переносного исполнения.</p>	

Таблица 1.3 – Диапазоны и дискретность задания выходных сигналов ИИС

Наименование параметра выходных сигналов	Диапазон задания	Дискретность задания	Примечание
Коэффициенты гармоник напряжения порядка $n$ ( $K_{ЭU(n)}$ ), %	от 0 до 100	0,01	для $n$ от 2 до 19
	от 0 до 50		для $n$ от 20 до 50
Коэффициенты гармоник тока (сигнала тока) порядка $n$ ( $K_{ЭI(n)}$ ), %	от 0 до 100	0,01	для $n$ от 2 до 19
	от 0 до 50		для $n$ от 20 до 50
Коэффициенты интергармонической составляющей напряжения с частотой $m \cdot f_1$ , %	от 0 до 15	0,01	для $m$ от 0,5 до 50,5 с дискретностью 1,0
Коэффициенты интергармонической составляющей тока (сигнала тока) с частотой $m \cdot f_1$ , %	от 0 до 15	0,01	
Угол фазового сдвига между гармонической составляющей порядка $n$ и основной гармонической составляющей напряжения, °	от -179,99 до +180	0,01	для $n$ от 2 до 50; $U$ от $0,2 \cdot U_H$ до $1,2 \cdot U_H$
Угол фазового сдвига между интергармонической составляющей с частотой $m \cdot f_1$ и основной составляющей напряжения, °	от -179,99 до +180	0,01	для $m$ от 0,5 до 50,5 с дискретностью 1,0; $U$ от $0,2 \cdot U_H$ до $1,2 \cdot U_H$
Угол фазового сдвига между гармонической составляющей порядка $n$ и основной составляющей тока (сигнала тока), °	от -179,99 до +180	0,01	для $n$ от 20 до 50; $I$ от $0,1 \cdot I_H$ до $I_{max}$
Угол фазового сдвига между интергармонической составляющей с частотой $m \cdot f_1$ и основной составляющей тока (сигнала тока), °	от -179,99 до +180	0,01	для $m$ от 0,5 до 50,5 с дискретностью 1,0; $I$ от $0,1 \cdot I_H$ до $I_{max}$
Сила постоянного тока блока УНТП, А	от 0 до $I_{dc \max}$	0,001	
Напряжение постоянного тока блока УНТП, В	от 0 до $U_{dc \max}$	0,01	
Примечания.			
$U_H$ ( $U_{Uном}$ , $U_{Iном}$ для установок с прибором "Энергомонитор-3.1КМ-Э"), $U_{dc \max}$ , $I_{max}$ , $I_{dc \max}$ - в соответствии с модификацией			

Таблица 1.4 – Параметры стабильности и качества сигналов тока и напряжения при генерации синусоидального сигнала

Наименование параметра выходных сигналов	Диапазон генерации	Допускаемое значение	Примечание
Коэффициент нелинейных искажений при генерации синусоидального сигнала напряжения, %, не более	от $0,05 \cdot U_H$ до $1,2 \cdot U_H$	1	при линейной резистивной нагрузке
Коэффициент нелинейных искажений при генерации синусоидального сигнала тока, %, не более	от $0,01 \cdot I_H$ до $1,2 \cdot I_H$	1	при линейной резистивной нагрузке
Нестабильность установленного среднего квадратического значения напряжения в течение 5 минут, %, не более	от $0,05 \cdot U_H$ до $1,2 \cdot U_H$	$\pm 0,03$ $\pm 0,01^1$	при постоянной нагрузке
Нестабильность установленного среднего квадратического значения силы тока в течение 5 минут, %, не более	от $0,01 \cdot I_H$ до $1,2 \cdot I_H$	$\pm 0,03$ $\pm 0,01^1$	при постоянной нагрузке

Наименование параметра выходных сигналов	Диапазон генерации	Допускаемое значение	Примечание
Нестабильность установленного значения активной (реактивной) мощности в течение 5 минут, %, не более	от $0,05 \cdot P_H$ до $1,2 \cdot P_H$	$\pm 0,05$ $\pm 0,03^{1)}$	при постоянной нагрузке
Примечания. $I_H$ , $U_H$ ( $U_{Уном}$ , $U_{Ином}$ для установок с прибором "Энергомонитор-3.1КМ-Э" - в соответствии с модификацией; <sup>1)</sup> для установок с ИИС Энергоформа-3.1Э без усилителя УН-3.1			

Таблица 1.5 - Нормальные и рабочие условия применения установок

Влияющая величина	Значение (область значений) <sup>1)</sup>	
	нормальное	рабочее
Температура окружающего воздуха, °С	$23 \pm 5$	$23 \pm 5$ <sup>2)</sup> от 10 до 35 <sup>3)</sup>
Относительная влажность воздуха, %	до 80 при 25 °С	
Атмосферное давление, кПа	от 70 до 106,7	
Частота питающей сети, Гц	$50 \pm 5$	
Напряжение фазное (междуфазное) питающей сети однофазной или трехфазной четырехпроводной, В	$230 \pm 23$ ( $400 \pm 40$ )	
<sup>1)</sup> для измерений соответствуют значениям, установленным для эталонных СИ, входящих в состав установок. <sup>2)</sup> для воспроизведения величин установками стационарных модификаций УППУ-МЭ21 С <sup>3)</sup> для воспроизведения величин установками переносных модификаций УППУ-МЭ21 П		

Таблица 1.6 - Основные технические характеристики установок

Наименование характеристики	Значение
Полная мощность, потребляемая от сети питания на одно поверочное место, В·А, не более	600
Максимальная мощность силы переменного тока канала тока ИИС стационарного исполнения («С») на одно поверочное место, В·А, не менее	120
Максимальная мощность силы переменного тока канала напряжения ИИС стационарного исполнения («С») на одно поверочное место, В·А, не менее	50
Максимальная фазная мощность силы переменного тока канала напряжения сигналов тока, сигналов напряжения ИИС Энергоформа-3.1Э, В·А, не менее	0,05
Максимальная мощность блока УНТП канала напряжения и канала тока, Вт, не менее	600
Максимальная частота следования импульсов на частотных входах ВП-3.1, Гц: «FВХ» «УФС»	15000 200
Габаритные размеры стойки (длина, ширина, высота), мм, не более при n=5 и менее при n=10 и более	700*2000*600 2 шт. по 520x1645x960

Наименование характеристики	Значение
Габаритные размеры трансформатора напряжения изолирующего однофазного ТНИ-1, не более при n=5 и менее при n=10 и более	480x200x390 480x555x223
Габаритные размеры блоков переносной установки, мм, не более: Энергоформа-3.1Э Энергоформа-3.1Э П Энергомонитор-3.1КМ-Э УН-6.1 Энергомонитор-3.1КМ Энергомонитор-61850	480x200x390 405x170x330 480x200x390 480x155x335 480x200x390 480x555x223
Масса блоков приборной стойки, кг, не более: УТ3.1 УН3.1 Энергоформа-3.1Э БК3.1 Трансформаторы ТНИ-1.m с количеством вторичных обмоток m: 5 10	8 15 4 7 5 8
Масса блоков переносной установки, кг, не более: Энергоформа-3.1Э П Энергомонитор-3.1КМ-Э П УН-6.1	5 10 5
Степень защиты корпуса, обеспечиваемая оболочками, по ГОСТ 14254	IP20
Время установления рабочего режима, мин, не менее	30
Средняя наработка до отказа (T <sub>ср</sub> ), ч	20000
Средний срок службы, лет	10

Установка является многофункциональной и ремонтируемой.

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

#### 1.2.2.3 Частотный вход

Установки (вычислитель погрешности) должны иметь частотный вход для поверки счетчиков электроэнергии

Частотный вход должен обеспечивать подключение электронных счетчиков электроэнергии, имеющих импульсный выход со следующими параметрами:

постоянная счетчика - от 1 до 999999999 имп./(кВт·ч);

амплитуда импульсов – от 5 до 15 В;

длительность импульса – не менее 14 мкс.

Частотный вход должен обеспечивать подключение фотосчитывающего устройства или пульта формирования импульсов для поверки индукционных счетчиков электроэнергии.

Установки (ВП-3.1) должны иметь два разъема для подключения к частотному входу – основной УФС и коаксиальный (СР50-73ФВ).

Установки с ПТНЧ-М должны иметь один частотный выход, на котором формируются сигнал с частотой, пропорциональной измеряемому постоянному току или напряжению (задается в ПО). Выходной сигнал на частотном выходе должен представлять собой последовательность прямоугольных импульсов напряжения положительной полярности с уровнем логического нуля не более 0,4 В и уровнем логической единицы не менее 4 В при сопротивлении нагрузки не менее 10 кОм.

Постоянная эталонного СИ Установки (ЭСИ) для выбранного диапазона измерений должна определяться по формуле

$$C = [(144 \times 10^8) / (U_N \times I_N)] / K_d, \quad (3)$$

где: С – постоянная ЭСИ (при измерении активной мощности - имп./кВт·ч; при измерении реактивной мощности - имп./квар·ч; при измерении полной мощности - имп./кВА·ч);

$U_N$  – выбранное номинальное значение напряжения, В;

$I_N$  – выбранное номинальное значение силы тока, А;

$K_d$  - выбранный коэффициент деления из ряда – 1 (без деления), 2, 64, 1024 или 8192.

## 1.3 Состав изделия

### 1.3.1 Конструкции модификаций

Установки выполнены в виде функционально законченного рабочего места поверителя и могут работать под управлением от персонального компьютера (ПК) по стандартным интерфейсам с помощью специального программного обеспечения (ПО), установленного на ПК. Отображение измерительной информации осуществляется на встроенных дисплеях СИ и на ПК с помощью ПО.

Общий вид модификации «УППУ-МЭ21 С-(Энергомонитор 3.1КМ С-02-1ХХ-3-0-50)-120/100480/600-3.5-ТТ» представлен на рисунке 1.1.



Рисунок 1.1 - модификация УППУ-МЭ21 С-(Энергомонитор 3.1КМ С-XX-1ХХ-3-0-50)-120/100-480/600-3.5-ТТ

Маркировка всех элементов, расположенных на панелях установок, одинакова для всех модификаций.

Общий вид модификации УППУ-МЭ21 С-(Энергомонитор 3.1КМ-Э С-XX-ХЕ-3-6-50)-0/0-12/0-3.0-х представлен на рисунке 1.2.



Рисунок 1.2 – модификация УППУ-МЭ21 С-(Энергомонитор 3.1КМ-Э С-XX-ХЕ-3-6-50)-0/0-12/0-3.0-х

Общий вид модификации Общий вид установок УППУ-МЭ21 П-(Энергомонитор 3.1КМ-Э П-XX-ХЕ-3-6-50)-0/0-12/0-3.0-х представлен на рисунке 1.3.



Усилитель УН-6.1 входит в комплект прибора Энергомонитор 3.1КМ-Э П-XX-ХЕ.

Рисунок 1.3 – модификация УППУ-МЭ21 П-(Энергомонитор 3.1КМ-Э П-XX-ХЕ-3-6-50)-0/0-12/0-3.0-х

Конструкция входных соединителей для всех модификаций:

- Входы/выходы импульсные – BNC;
- УФС; Вход/выходы постоянного тока и напряжения – гнезда PULL-PUSH;
- Входы переменного напряжения – гнезда 4 мм (banana);
- Входы Ток – универсальные зажимы;
- Вход интерфейса Ethernet – RJ-45.

## **1.4 Устройство и работа**

### **1.4.1 Методы измерений**

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

Работа Источника основана на использовании принципа цифро-аналогового преобразования (ЦАП). Плата ЦАП представляет собой 6 независимых идентичных каналов преобразования входного цифрового 16-разрядного сигнала в аналоговый сигнал. Обсчет производится на основании 2048 точек за период.

### **1.4.2 Взаимодействие составных частей.**

1.4.2.1 Установки выпускаются в модификациях, отличающихся конструктивным исполнением, диапазоном выходных сигналов силы тока и напряжения переменного тока, диапазоном выходной мощности каналов тока и напряжения, наличием источника постоянного тока.

В состав установки входит:

В состав установки входит:

- эталонное СИ: Прибор электроизмерительный эталонный многофункциональный «Энергомонитор-3.1КМ» (зарегистрированный под № 52854-13), либо Прибор электроизмерительный многофункциональный «Энергомонитор-3.1КМ-Э» (зарегистрированный под № 86936-22), либо Прибор Энергомонитор-61850 (зарегистрированный под № 73445-18).
- трехфазный источник испытательных сигналов (ИИС).

В зависимости от модификации установки в состав источника ИИС входят:

- блок генератора-синтезатора «Энергоформа-3.1Э»,
- блок коммутации «БК-3.1»,
- блоки усилителей тока «УТ-3.1» и усилитель напряжения «УН-3.1»,
- универсальные устройства для навески счетчиков «УНСЗ» (дополнительно),
- катушки токовые «КТ» (дополнительно);

- трансформаторы тока разделительные трехфазные ТТР-3.100 (дополнительно);
- трансформаторы напряжения изолирующие однофазные «ТНИ-1»;
- блок усилителя напряжения и тока постоянного «УНТП» (дополнительно).

ИИС и эталонное СИ комплектуются в соответствии с модификацией установки.

Модификации стоечного исполнения «С» монтируются в приборные стойки. Схемы соединений блоков стойки представлены в приложении А.

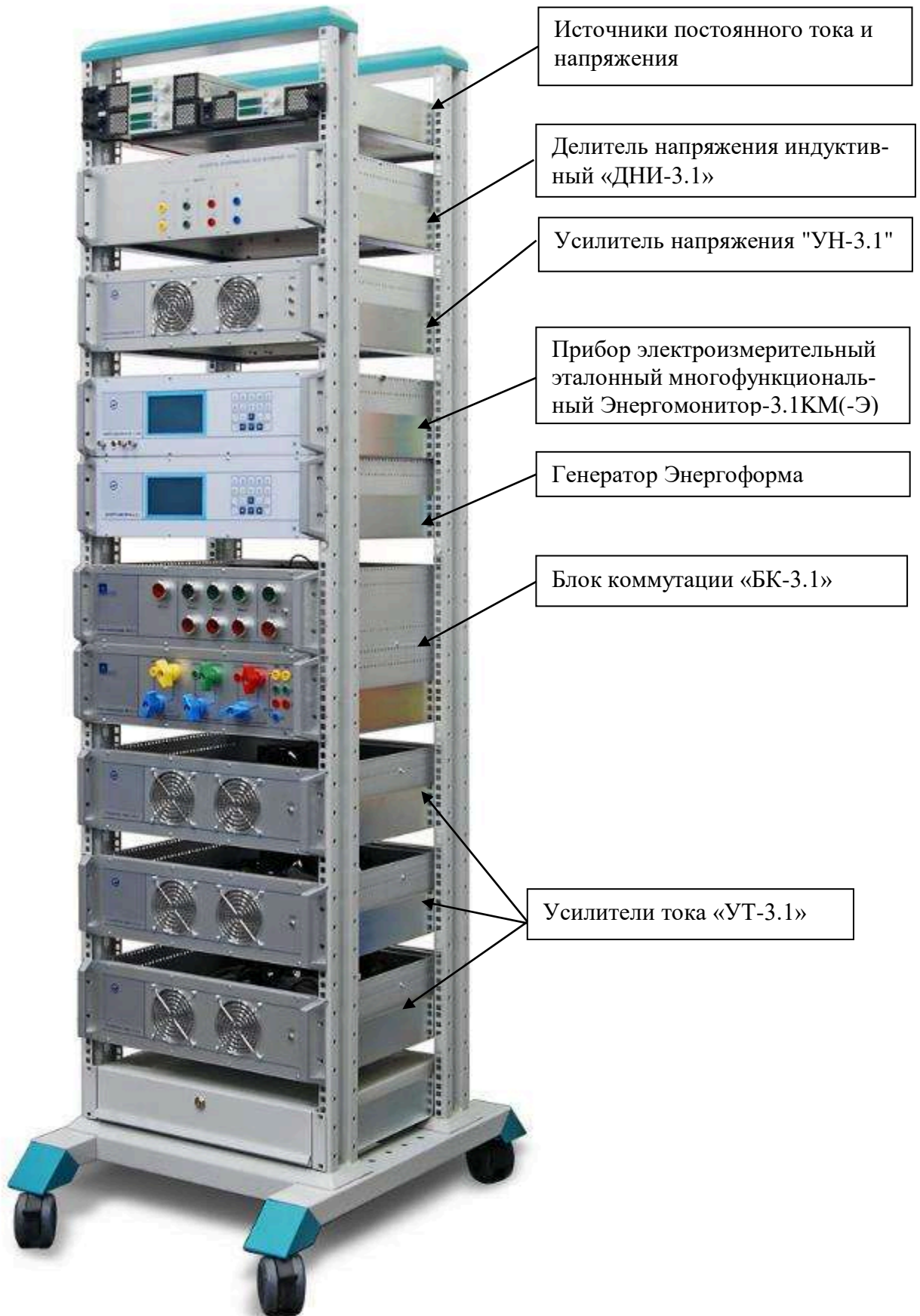


Рисунок 1.4 - Стойка с установленными ИИС и эталонным СИ

Для калибровки и поверки СИ с выходом в унифицированный сигнал постоянного тока или напряжения постоянного тока по ГОСТ 26.011 установки могут комплектоваться СИ «Преобразователи измерительные – калибраторы ПТНЧ-М» (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 69182-17).

Для калибровки и поверки счётчиков электрической энергии (СЭЭ) в автоматизированном режиме установки могут комплектоваться вычислителями погрешности ВП-3.1, устройствами фотосчитывающими (УФС) и формирователями импульсов (ПФИ). Допускается применение СИ «Преобразователи измерительные – калибраторы ПТНЧ-М» в качестве вычислителей погрешности вместо ВП-3.1. Для удобства подключения поверяемых СЭЭ установки могут комплектоваться универсальными устройствами для навески счетчиков «УНСЗ» или иными при условии, что внешние устройства не будут перегружать установку.

Для калибровки и поверки более одного СЭЭ, не имеющего гальванической развязки между цепями тока и напряжения (в т.ч. шунтовых счетчиков прямого включения), установки должны комплектоваться трансформаторами тока типа «Трансформаторы тока разделительные трехфазные ТТР-3.100» (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 85612-22).

Для калибровки и поверки трех и более однофазных СЭЭ класса точности 1,0 не имеющих гальванической развязки между цепями тока и напряжения установки могут комплектоваться трансформаторами напряжения изолирующими однофазными «ТНИ-1».

Для калибровки и поверки СИ с токоизмерительными клещами (разъемными трансформаторами тока) установки могут комплектоваться катушками токовыми КТ.

#### 1.4.2.2 Программное обеспечение.

Установки обеспечивают процедуры самотестирования, инициализации и первоначальной установки после подключения к сети питания. Установки предназначены для непрерывной работы.

Программное обеспечение Установок состоит из встроенного программного обеспечения (ВПО) и прикладных программ для ПК (ПО). Связь с ПК осуществляется по интерфейсам. ВПО выполняет функции управления режимами работы, математической обработки и передачи измерительной информации. Установка ВПО производится на предприятии-изготовителе. ВПО хранится в энергонезависимой памяти.

По своей структуре ВПО разделено на метрологически значимую и метрологически незначимую части. Каждая структурная часть защищается контрольной суммой по алгоритму CRC32-IEEE 802.3, которая контролируется системой диагностики.

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

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

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

Конструкция Установки исключает возможность несанкционированного влияния на ВПО и измерительную информацию. Уровень защиты программного обеспечения Установки от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует «высокому» в соответствии Р 50.2.077-2014. Идентификационные данные ВПО ИИС представлены в таблице 1.13.

Таблица 1.13 - Идентификационные данные

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
	Встроенное ПО	Внешнее ПО
Идентификационное наименование ПО	Энергоформа-3.1Э	-
Номер версии (идентификационный номер) ПО	Не ниже 1.7	-

### 1.4.3 Эталонное СИ

Эталонное СИ электроэнергетических величин (прибор **Энергомонитор**) описано в соответствующей ЭД.

### 1.4.4 Генератор «Энергоформа»

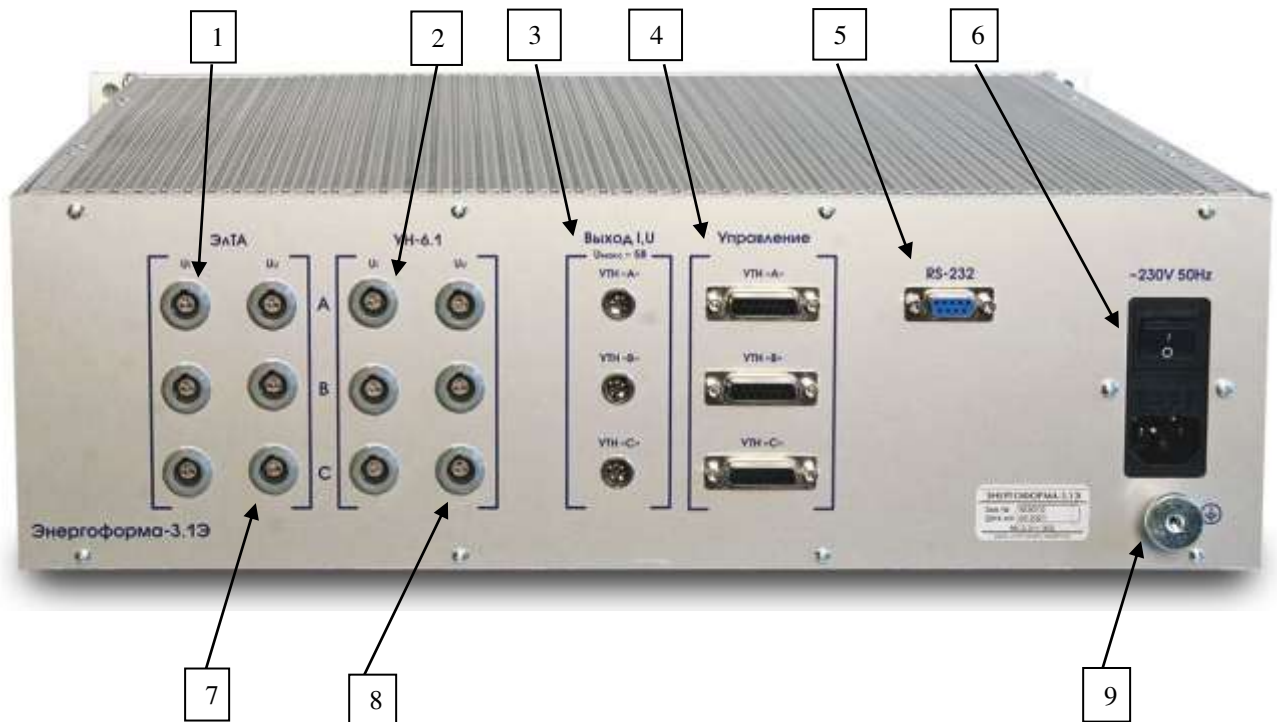
На рисунке 1.5 представлен вид блока генератора «Энергоформа-3.1Э».



1 — графический дисплей; 2 — клавиатура

**Рисунок 1.5** - Вид лицевой панели генератора «Энергоформа-3.1Э»

На рисунке 1.6 представлен вид задней панели генератора «Энергоформа-3.1Э».



- 1 – соединители для передачи сигналов тока на ЭлТА-счётчик (3 фазы);
- 2 – соединители для передачи сигналов тока на усилитель УН-6.1 прибора;
- 3 – соединители для передачи сигналов тока и напряжения на усилители установки (УТ, УН);
- 4 - соединители для передачи сигналов управления на усилители установки (УТ, УН);
- 5 – соединитель интерфейса RS-232;
- 6 – соединитель и тумблер питания, держатели предохранителей;
- 7 – соединители для передачи сигналов напряжения на ЭлТА-счётчик (3 фазы);
- 8 – соединители для передачи сигналов напряжения на усилитель УН-6.1 прибора;
- 9 —соединитель заземления.

Рисунок 1.6 - Вид задней панели генератора «Энергоформа-3.1Э»

Работа генератора-синтезатора «Энергоформа-3.1Э» основана на использовании принципа цифро-аналогового преобразования (ЦАП). Плата ЦАП представляет собой 6 независимых идентичных каналов преобразования входного цифрового 16-разрядного сигнала в аналоговый сигнал. Обсчет производится на основании 2048 точек за период 20 мс, т. е. при частоте 50 Гц на один период приходится 2048 отсчетов. Плата ЦАП вырабатывает 6 аналоговых сигналов: 3 сигнала тока и 3 сигнала напряжения, — причем токовые сигналы гальванически развязаны от всех остальных цепей Источника и друг от друга, а сигналы напряжений развязаны от других цепей, но связаны между собой единым общим проводом.

Плата центрального процессора источника, в состав которой входят сигнальный процессор, ПЛИС-матрица и энергонезависимая flash-память, обеспечивает управление работой Источника и выполняет:

- выработку массивов сигналов для платы ЦАП (для 6-ти периодических кривых);
- сохранение результатов в энергонезависимой памяти Источника;
- счет времени;
- обмен с внешними устройствами (дисплеем и ПК);
- вывод результатов тестирования на индикатор;
- прием команд и данных от клавиатуры или ПО.

С помощью ВПО или ПО осуществляется управление видом отображаемых на дисплее ПК данных, ввод требуемых значений (форма, размах, фазовые сдвиги кривых токов и напряжений), а также выполнение других сервисных и технологических операций.

Блок питания состоит из источника необходимых напряжений для платы центрального процессора, отдельного источника для питания последовательного порта RS-232 и схемы синхронизации с сетью питания [сигнал синхронизации поступает на плату центрального процессора и представляет собой меандр с частотой ( $50 \times 2048$ ) Гц].

Сигналы каналов тока и напряжения с выходов ЦАП поступают на входы каналов усилителей тока и напряжения соответственно. В модификации установки с выходным переменным током до 120 А и напряжением до 960 В имеется комплект усилителей в виде отдельных блоков, устанавливаемых в приборные стойки.

В модификации установки с выходным переменным напряжением только до 12 В блоки усилителей отсутствуют. Напряжение с генератора «Энергоформа-3.1Э» подается непосредственно на ЭлТА-счетчик и на УН-6.1 прибора Энергомонитор-3.1КМ-Э".

Усилители тока имеют защиту от перегрузки и от разрыва цепи. Для защиты от короткого замыкания на выходе каждого канала напряжения установлены предохранители. Электрическое питание каждого из усилителей производится от своего источника питания АС-DC.

Управление диапазонами усилителей тока и напряжения осуществляется командами от платы центрального процессора, поступающими на реле. По командам управления происходит переключение диапазонов работы усилителей.

Генератор-синтезатор «**Энергоформа-3.1Э**» отличается наличием встроенных усилителей сигналов и соответствующих дополнительных разъемов для подключения к УН-6.1 прибора "Энергомонитор-3.1КМ-Э" и к поверяемому СИ (например, ЭлТА-счетчику).

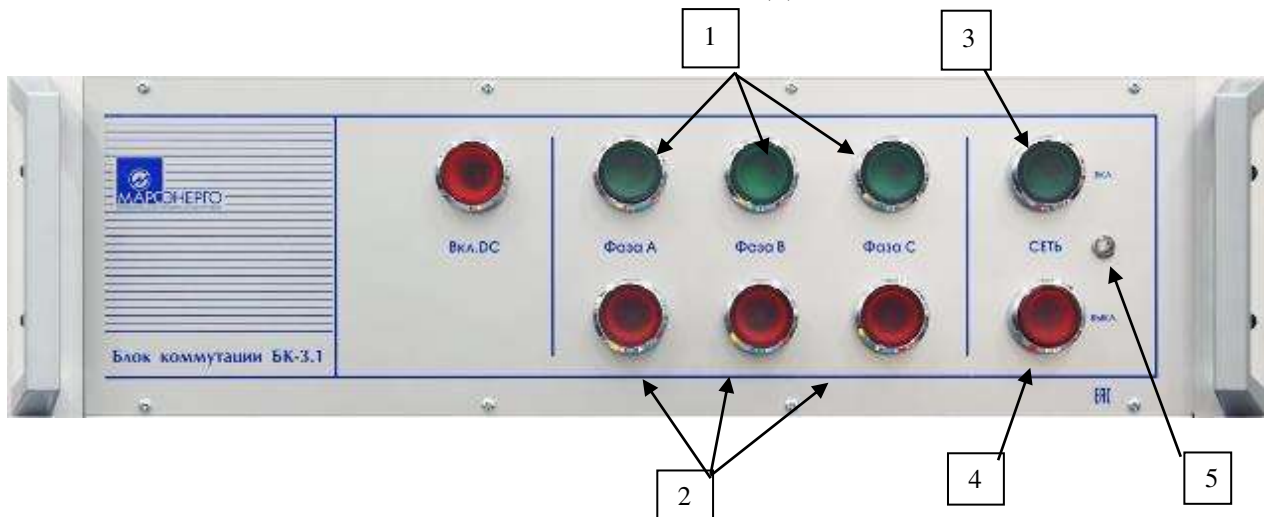
ЭлТА-счетчик может подключаться к генератору «Энергоформа-3.1Э» с помощью кабелей (Пример кабеля показан на рисунке А.4 приложение А). Разъем X1 может отсутствовать или заменяться на иной по заказу покупателя.

### 1.4.5 Блок коммутации «БК-3.1»

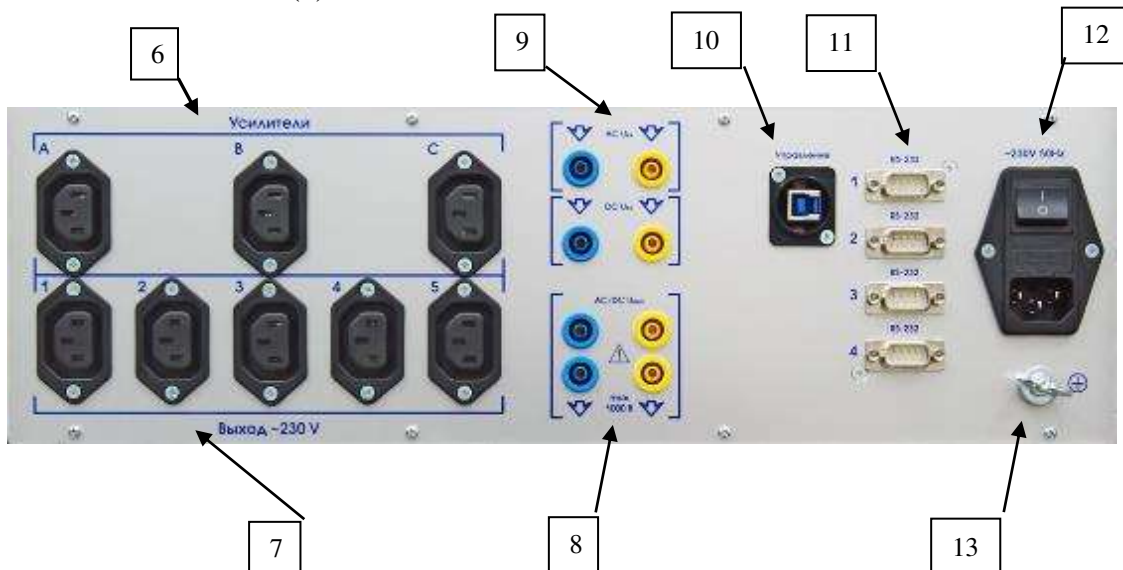
Блок коммутации "БК-3.1" (CS-3/1) предназначен для подачи сетевого напряжения питания на генератор "Энергоформа-3.1", эталонный прибор "Энергомонитор-3.1КМ", усилители "УН-3.1" (пофазно) и "УТ-3.1" (пофазно), а также для подключения к выходам "УН-3.1" и "УТ-3.1" поверяемых СИ. Блок коммутации "БК-3.1" имеет встроенный преобразователь интерфейсов USB-4RS232 (Ethernet-4RS232) для подключения прибора и генератора «Энергоформа-3.1Э» к ПК. Настройки преобразователя описаны в МС2.008.002 ПС.

Блок коммутации "БК-3.1" установки модификации «УППУ-МЭ21 (Энергомонитор 3.1КМ С-02-1ХХ-3-0-50)-120/100» состоит из двух отдельных модулей. На рисунке 1.7 и 1.8 представлен вид лицевой и задней панели модулей блока коммутации «БК-3.1(1)» и «БК-3.1(2)».

Вид лицевой панели БК-3.1(1)



Вид задней панели БК-3.1(1)

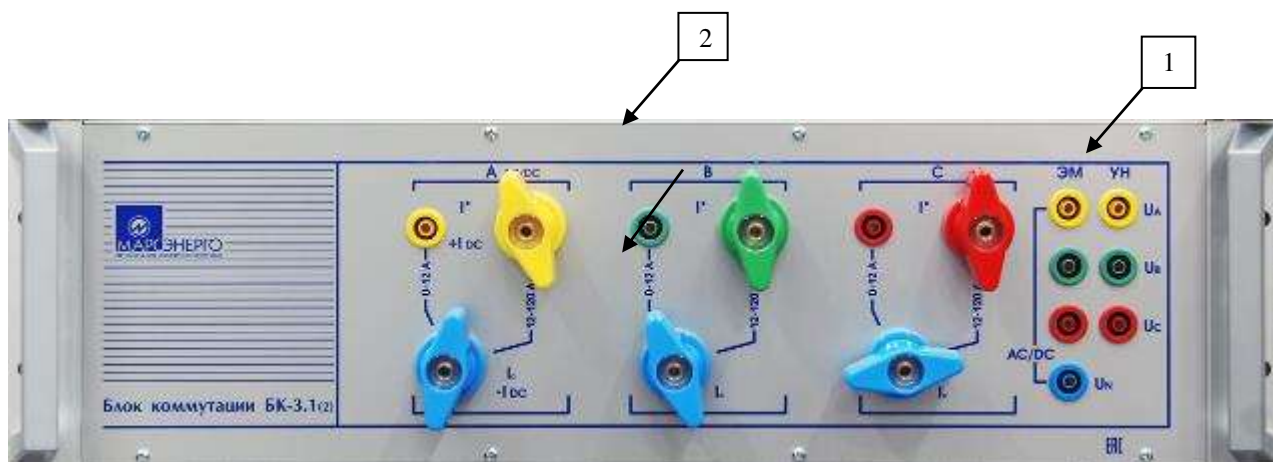


1 – кнопки подачи питания на усилители тока и напряжения фаз А, В, С с индикаторами наличия питания на усилителях; 2 – кнопки выключения питания усилителей фаз А, В, С; 3 – кнопка «ВКЛ» с индикатором подачи напряжения на генератор «Энергоформа-3.1Э» и на прибор «Энергомонитор-3.1КМ»; 4 – кнопка «ВЫКЛ» снятия питания со всей установки; 5 – индикатор наличия питания на блоке коммутации «БК-3.1»; 6 - соединители питания усилителей тока (фаз А, В, С); 7 — соединители питания генератора «Энергоформа-3.1Э» и прибора «Энергомонитор-3.1КМ»; 8 – соединители входов; 9 – соединители входов; 10 – соединитель USB встроенного преобразователя интерфейсов USB-

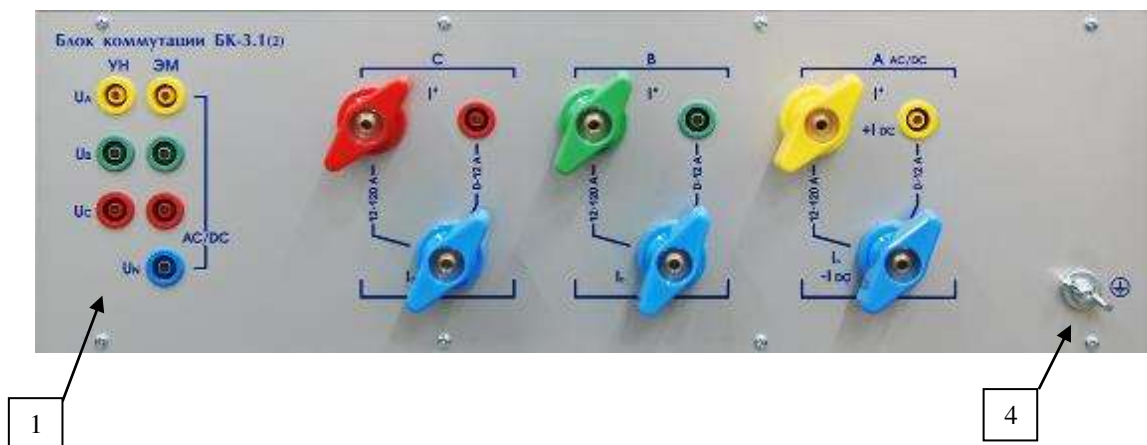
4RS232 или RJ45 встроенного преобразователя Ethernet-4RS232; 11 – соединители RS232 встроенного преобразователя USB-4RS232; 12 – соединитель и тумблер питания (входной); 13 – зажим заземления

**Рисунок 1.7** - Вид блока коммутации БК-3.1(1)

Вид лицевой панели БК-3.1(2)



Вид задней панели БК-3.1(2)

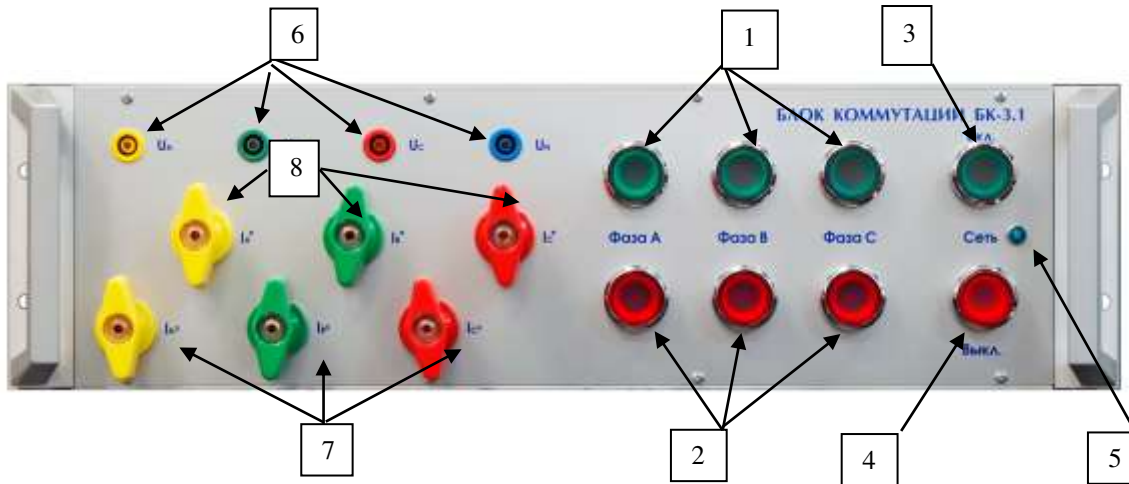


1 – соединители напряжения (фазы А, В, С, нейталь); 2 — зажимы для подключения выходных токов установки; 3 - соединители тока; 4 – зажим заземления

**Рисунок 1.8** - Вид блока коммутации БК-3.1(2) установки модификации «УППУ-МЭ21 (Энергомонитор-3.1КМ С-02-1XX-3-0-50)-120/100-300»

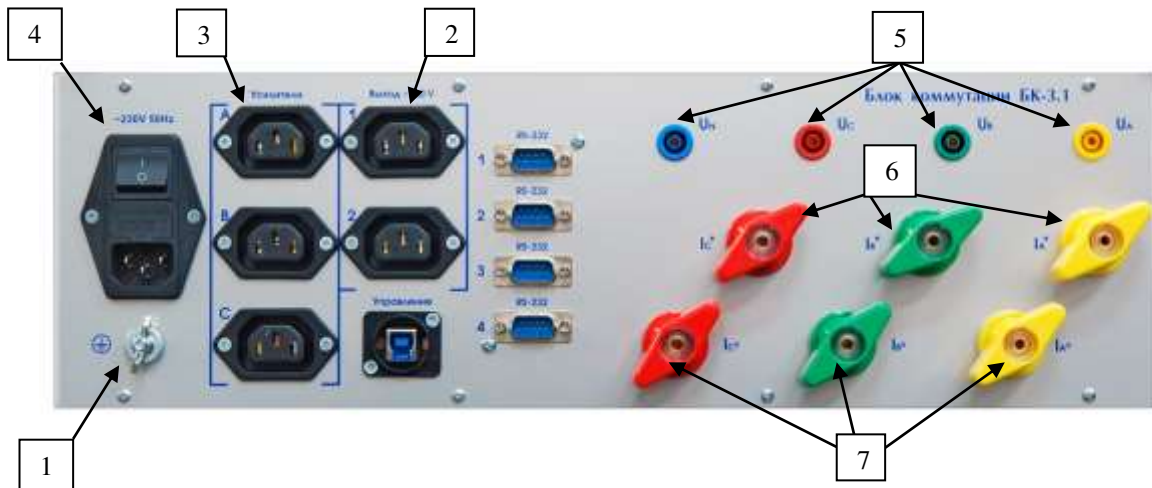
На рисунке 1.9 представлен вид лицевой и задней панелей блока коммутации «БК-3.1» модификации «УППУ-МЭ21 (Энергомонитор-3.1КМ-Э С-XX-00-2-5)-120/0-0» (без УНТП).

Вид лицевой панели



- 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-3.1Э» и на прибор «Энергомонитор»; 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 ( $I^*_A$ ,  $I^*_B$ ,  $I^*_C$ ).

Вид задней панели



- 1 – зажим заземления;  
 2 – соединители питания генератора «Энергоформа-3.1Э» и прибора «Энергомонитор»;  
 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 ( $I_{A0}$ ,  $I_{B0}$ ,  $I_{C0}$ );  
 8 – соединитель USB встроенного преобразователя интерфейсов USB-4RS232;  
 9 – соединители RS232 встроенного преобразователя USB-4RS232 или RJ45 встроенного преобразователя Ethernet-4RS232.

**Рисунок 1.9** - Вид лицевой и задней панелей блока коммутации «БК-3.1» модификации «УППУ-МЭ21 (Энергомонитор-3.1КМ-Э С-XX-00-2-5)-120/0-0» (без УНТП).

Блок коммутации "БК-3.1" в установках модификации «УППУ-МЭ21 (Энергомонитор-3.1КМ-Э С-XX-ХЕ-3-6-Х)-0/0-XX-1/1-1» не используется.

#### 1.4.6 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-3.1Э" поступают на входы усилителей тока фаз А, В, С соответственно.

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

Поддиапазоны выходных токов и номинальные значения токов приведены в таблице 1.14.

Таблица 1.14.

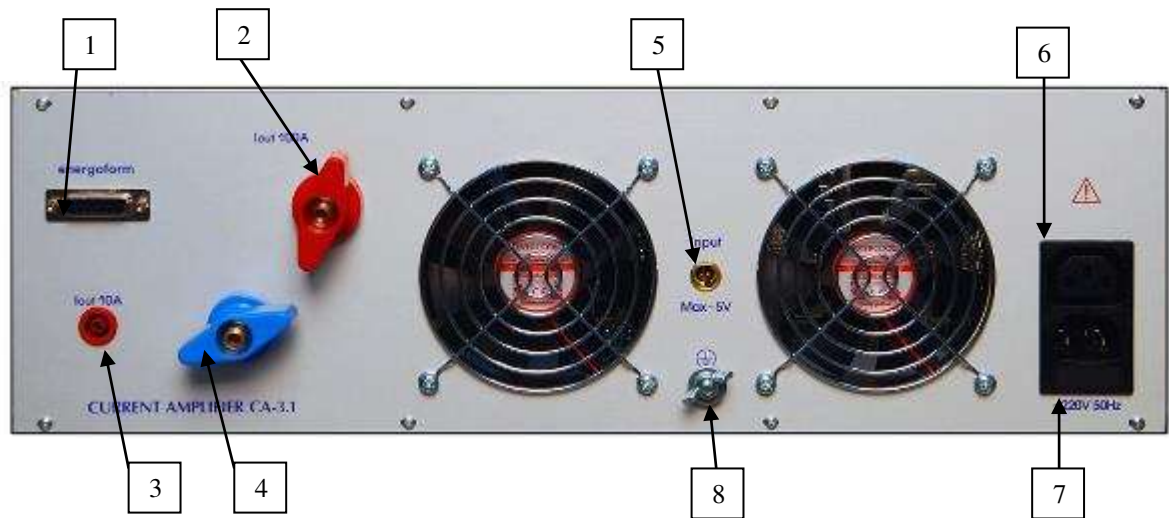
Поддиапазоны выходных токов "УТ-3.1", А	Номинальные значения токов усилителей тока "УТ-3.1", А
10,02001–120,0	100
2,00401–10,99999	10
0,50101–2,19999	2,0
0,00001–0,54999	0,5

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 1.12 представлен вид лицевой и задней панели усилителя тока "УТ-3.1".



1 — индикатор наличия питания "СЕТЬ"



1 – соединитель шины управления генератора "Энергоформа-3.1Э"; 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 1.12** - Вид лицевой и задней панели усилителя тока "УТ-3.1" (СА-3.1)

### 1.4.7 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-3.1Э" поступают на входы усилителей напряжения А, В, С соответственно. Управление переключением пределов усилителя напряжения "УН-3.1" осуществляется командами от блока генератора "Энергоформа-3.1Э" по шине управления. По командам управления происходит переключение поддиапазонов работы усилителей. Поддиапазоны выходных напряжений и номинальные значения напряжений приведены в таблице 1.15.

Таблица 1.15

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

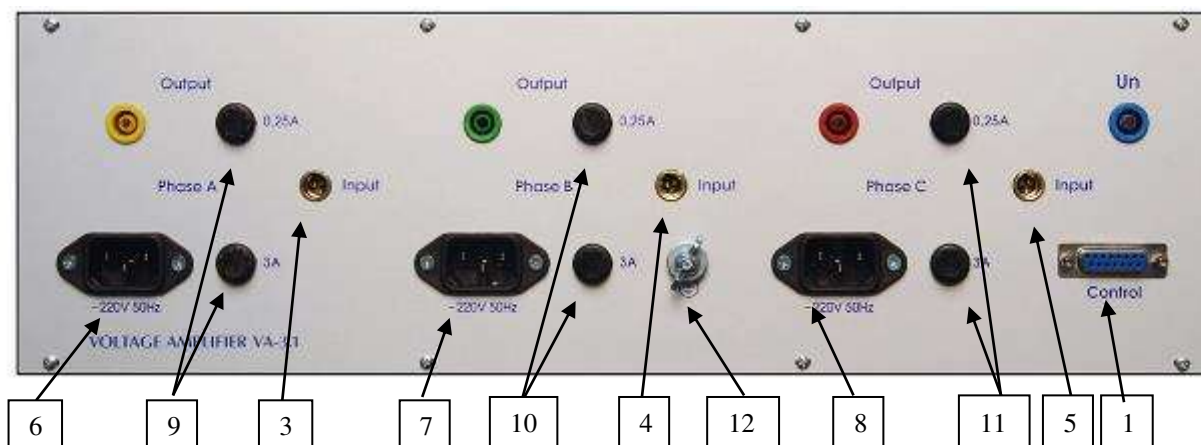
Сетевое питание каналов усилителя напряжения "УН-3.1" осуществляется через блок коммутации "БК-3.1" и соответствующие усилители тока "УТ-3.1".

На рисунке 1.13 представлен вид лицевой панели "УН-3.1".



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

**Рисунок 1.13** - Вид лицевой панели усилителя напряжения "УН-3.1"  
На рисунке 1.14 представлен вид задней панели "УН-3.1".



- 1 — соединитель шины управления (от генератора «Энергоформа-3.1Э»);
- 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 1.14** - Вид задней панели усилителя напряжения "УН-3.1" (VA-3.1)

#### 1.4.8 Катушки токовые КТ

В состав Установки могут входить калиброванные катушки КТ, предназначенные для проверки и регулировки приборов с токоизмерительными клещами, а также разъемных трансформаторов тока.

**Внимание!** Не допускается подавать от БК-3.1 на КТ ток более 10 А.

Таблица 1.16 - Технические характеристики КТ

Наименование характеристики	Катушка токовая				
	КТ-3-10	КТ-3-20	КТ-3-100	КТ-1-200	КТ-1-300
Активное сопротивление, Ом, не более	0,1	0,2	0,5	0,17	0,26
Индуктивность, Гн · 10 <sup>-3</sup> , не более	0,05	0,1	0,5	1,8	4,1
Габаритные размеры, мм, не более	400×128×120		450×248×150	365×248×200	415×260×200
Диаметр сечения, мм, не более	10	12	50	51	73
Число витков катушки	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>300</b>
Вес, кг, не более	1,5	1,5	7,1	7,8	10,8

На рисунке 1.15 представлен вид трехфазных катушек на 10 или 20 витков. Катушки КТ-3-10 и КТ-3-20 выполнены из провода, свитого в кольца.



Рисунок 1.15 - Вид катушек КТ-3-10 и КТ-3-20

На рисунке 1.16 представлен вид трехфазной катушки на 100 витков. Катушки КТ-3-100 выполнены из провода, свитого в виде восьмерок и имеют пониженную индуктивность за счёт специальной конструкции.



**Рисунок 1.16** - Вид трехфазной катушки КТ-3-100 (100 витков)

На рисунке 1.17 представлены вид однофазных катушек на 300 витков и присоединительные размеры. КТ-1-300 выполнены из провода, свитого в виде восьмерок и имеют пониженную индуктивность за счёт специальной конструкции. В катушках КТ-1-300 может использоваться принудительное охлаждение с помощью 2-х установленных в корпусе вентиляторов. Электрическое питание вентиляторов производится от сети переменного тока через сетевой адаптер (входит в комплект поставки). Принудительное охлаждение необходимо использовать при длительной (более 30 мин.) работе при силе тока в катушке более от 5 до 10 А.

У катушек имеется встроенная система коррекции коэффициента мощности с двумя значениями емкости:  $C1$  и  $(C1 + C2)$ . При подключении к катушке токовых трансформаторов на немагнитных каркасах (**катушек Роговского**) необходимо с помощью клавишного переключателя на передней панели включить емкость  $(C1 + C2)$ . При подключении к катушке токоизмерительных клещей с магнитным сердечником необходимо с помощью клавишного переключателя на передней панели включить емкость  $C1$ .

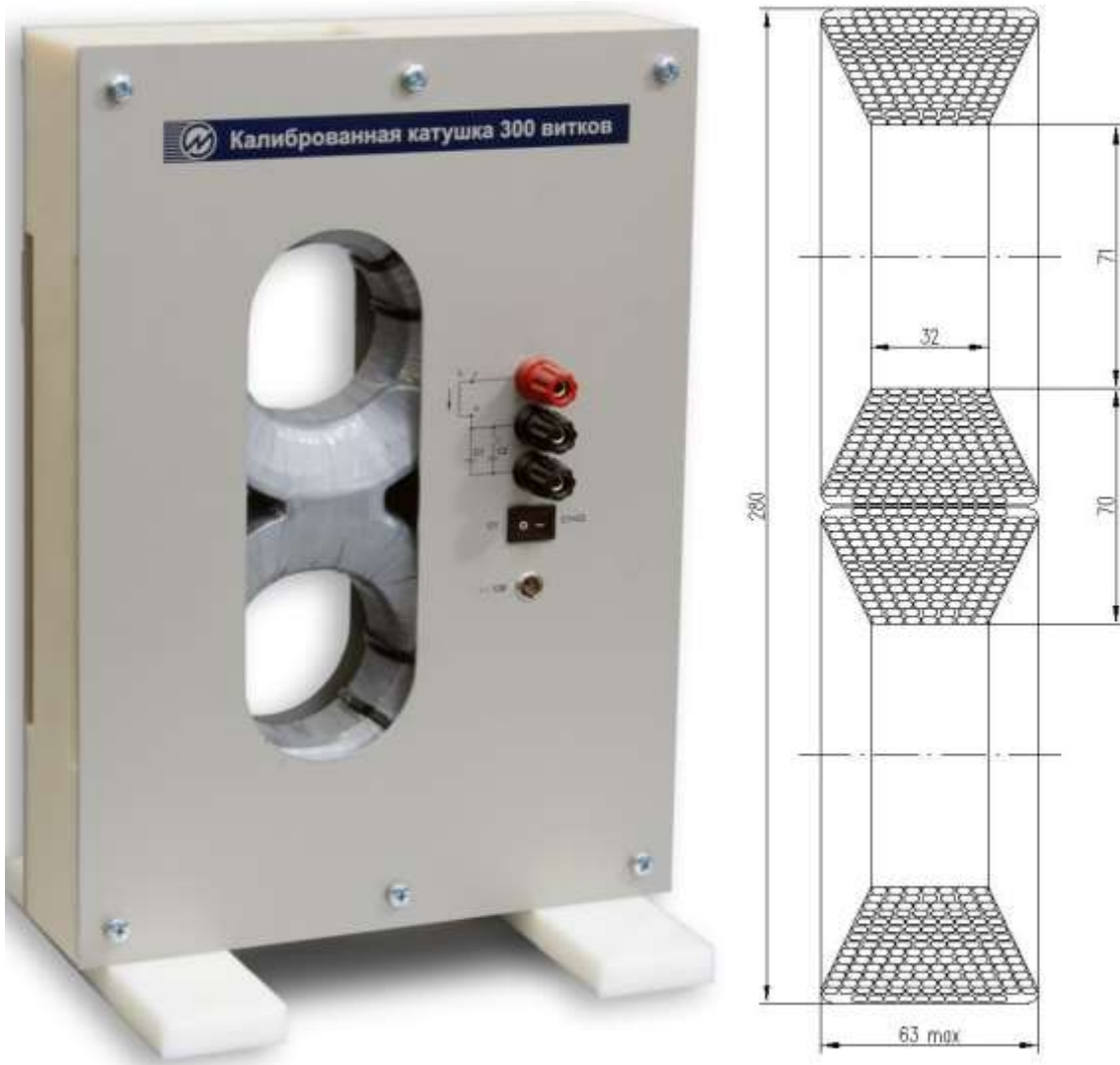


Рисунок 1.17 - Вид однофазной катушки КТ-1-300 и присоединительные размеры.

#### 1.4.9 Блок источников испытательных сигналов постоянного тока

1.4.9.1 Блок поставляется только для соответствующей модификации установки. В состав блока входят три программируемых импульсных источника питания постоянного тока (далее – источники). Схема подключения источников представлена в приложении А. Диапазоны задания и дискретность задания выходных сигналов постоянного тока приведены в таблице 1.17.

Таблица 1.17

Наименование параметра выходных сигналов	Номинальное значение	Диапазон установки	Дискретность установки	Используемый источник питания
Сила постоянного тока, А	12,5	от 0,000 до 12,500	0,001	АКИП-1133-60-12,5
	100	от 10,0 до 100,0	0,1	АКИП-1133-6-100
Напряжение постоянного тока, В	600	от 000,0 до 600,0	0,1	АКИП-1133-600-1,25

Примечание. Тип источника может изменяться изготовителем без ухудшения технических характеристик в соответствии с модификацией установки.

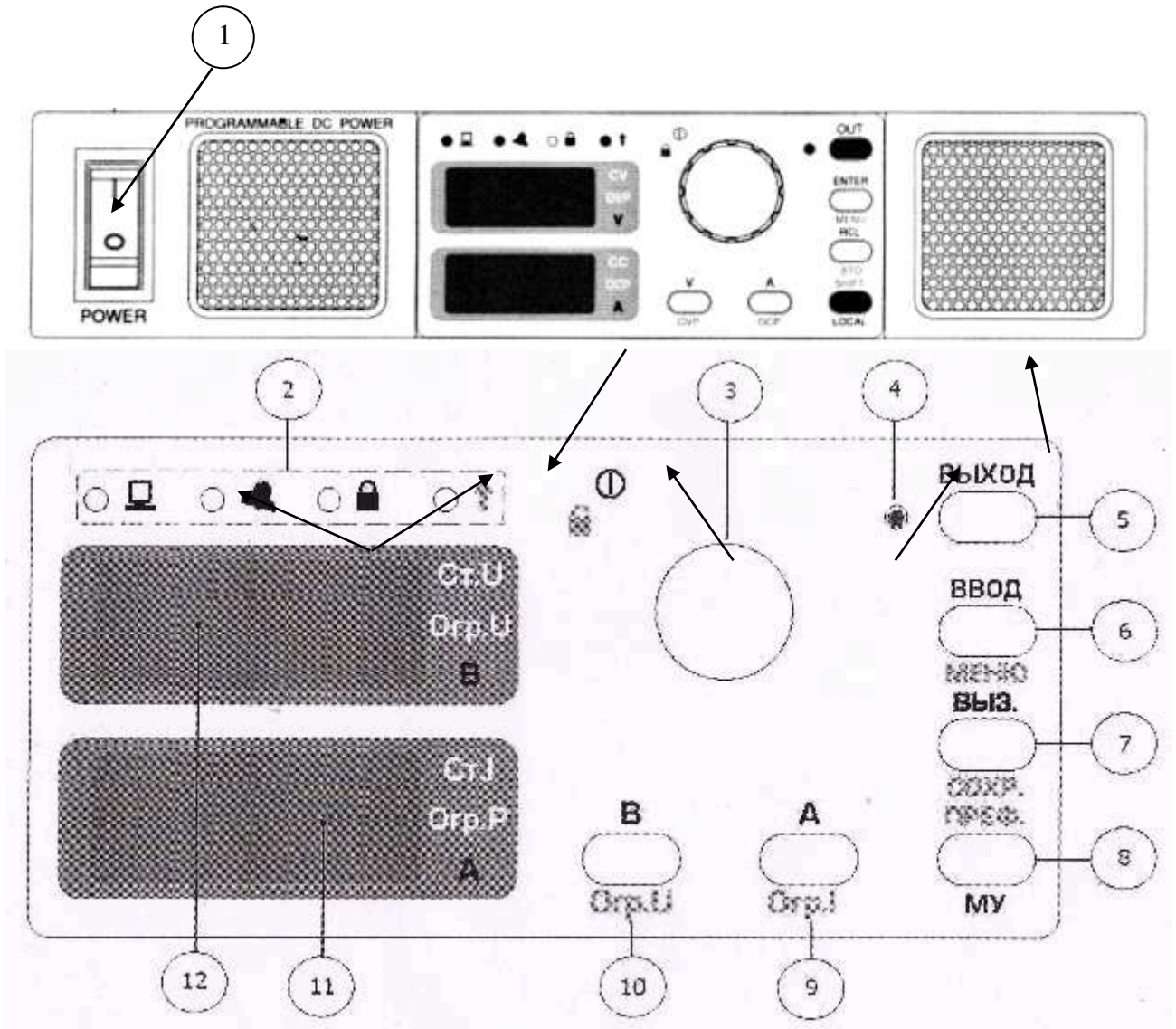
1.4.9.2 Источники обеспечивают:

- установку выходных сигналов постоянного тока в режим стабилизации тока (СС) 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];
- одновременную индикацию режимов работы и выходных параметров.

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

1.4.9.4 Порядок работы с источниками в автономном режиме подробно описан в «Источники питания АКПП. Руководство по эксплуатации» (входит в комплект поставки).

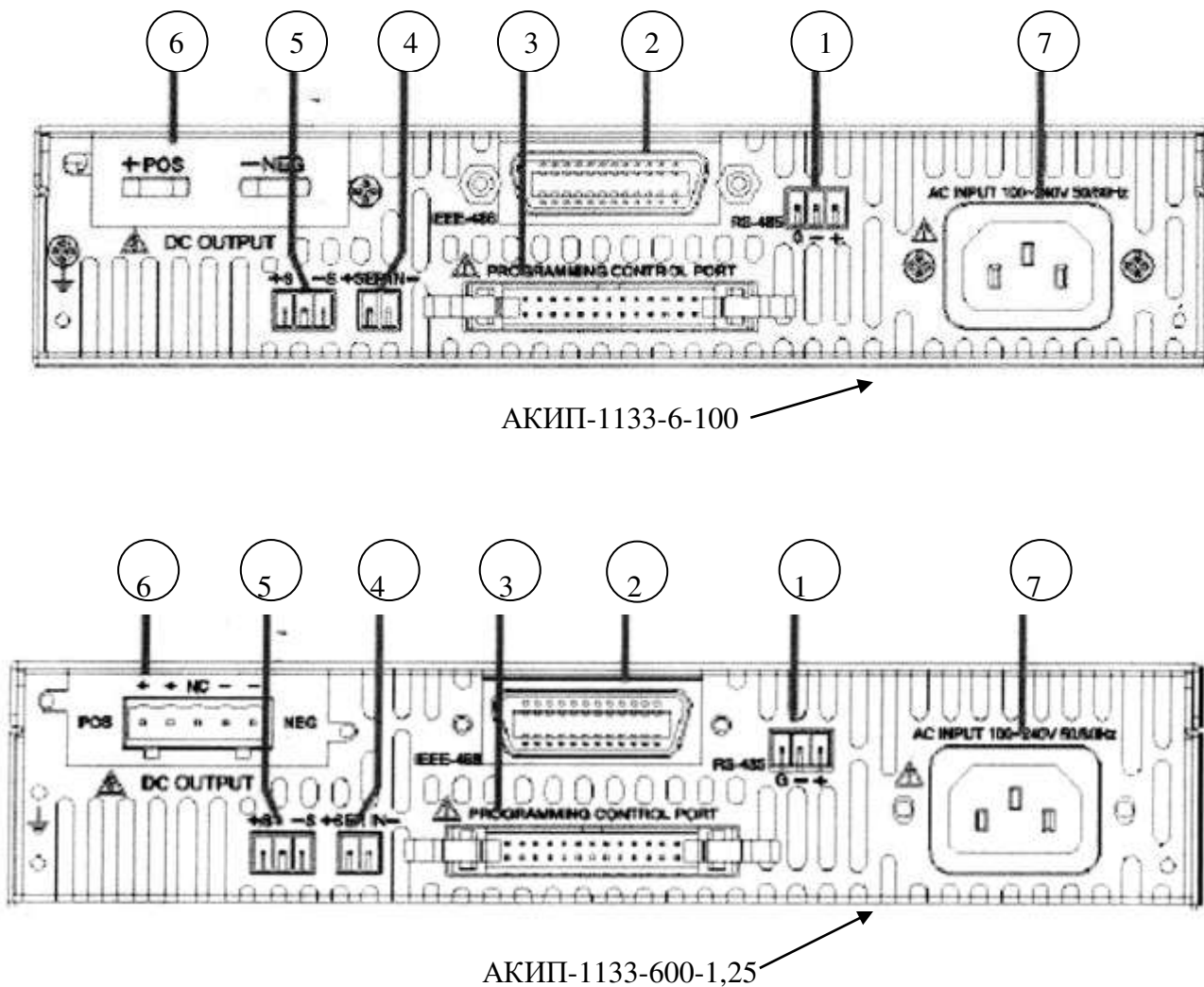
1.4.9.5 На рисунке 1.18 представлен вид передней панели источников.



- 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. I»;
- 10 – кнопка «В/Огр. U»;
- 11 – 4-разрядный индикатор тока;
- 12 – 4-разрядный индикатор напряжения

Рисунок 1.18 - Передняя панель источника АКПП-1133

1.4.9.6 Вид задних панелей АКПП-1133-6-100 (ток) и АКПП-1133-600-1,25 (напряжение) представлен на рисунке 1.19.



- 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 1.19 - Задние панели источников АКПП-1133

#### 1.4.10 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 вариантах исполнения:

- "УНСЗ-1" для одного счетчика,
- "УНСЗ-N" для двух и более счетчиков.

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

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

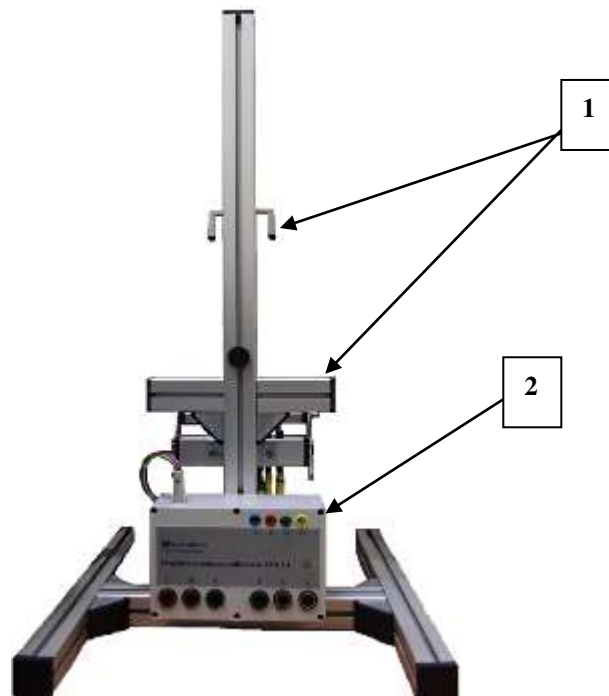
Максимальное рабочее напряжение – 380 В.

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-1 приведен на рисунке 1.20.



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

Рисунок 1.20 - Устройство «УНСЗ-1». Вид сзади.

### 1.4.11 Устройство фотосчитывающее УФС и ПФИ

Устройство фотосчитывающее МС3.811.001ПС (в дальнейшем УФС) выпускается в двух модификациях и предназначено:

- УФС-Э - для поверки счетчика электроэнергии с оптическим импульсным выходом необходимо на счетчик установить УФС и подключить его к частотному входу «УФС» измерительного Прибора или ВП-3.1;
- УФС-И для поверки индукционного счетчика электроэнергии (с диском) необходимо на счетчик установить УФС и подключить его к частотному входу «УФС» измерительного Прибора или ВП-3.1.

Для поверки счетчика с электрическим испытательным импульсным выходом необходимо соединить частотный выход проверяемого счетчика с частотным входом пульта формирования импульсов ПФИ и подключить это устройство к частотному входу «УФС» измерительного Прибора или ВП-3.1.

### 1.4.12 Блок коммутации настольный БКН-3.1

Блок поставляется только для модификации «УППУ-МЭ21 С-(Энергомонитор 3.1КМ С-02-1ХХ-3-0-50)-120/100-580/600» (с УНТП). БКН-3.1 предназначен для подключения к установке поверяемых приборов настольного исполнения постоянного и переменного тока. Соединители БКН-3.1 дублируют соответствующие соединители переменного тока и напряжения, расположенными на лицевой панели модуля 2 блока коммутации «БК-3.1(2)». Выходы источников постоянного тока соединены непосредственно с соответствующими соединителями  $I_{DC}$ , расположенными на панели БКН-3.1

Внешний вид БКН-3.1 представлен на рисунке 1.21.

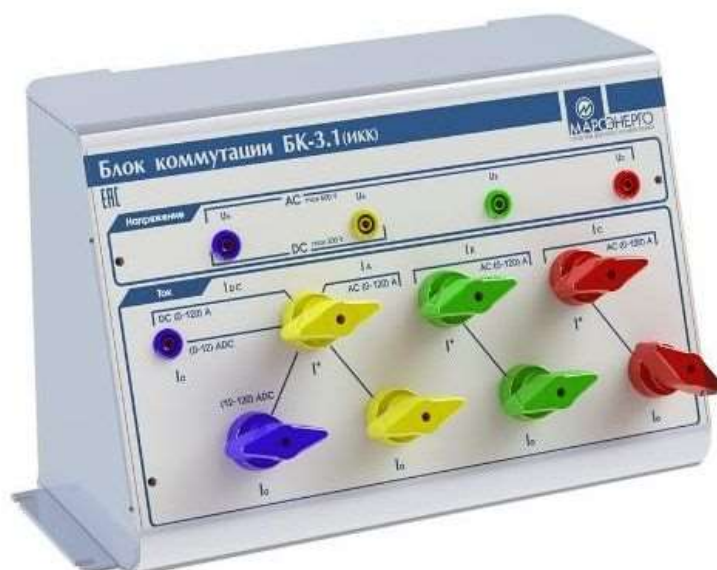


Рисунок 1.21 - БКН-3.1

### 1.4.13 Преобразователь интерфейса USB-4RS232

Преобразователь интерфейса USB-4RS232 предназначен для подключения к ПК по шине USB до четырех устройств с интерфейсом RS232. Интерфейсы RS-232 поддерживают любые скорости обмена, поддерживаемые операционной системой, в диапазоне от 300 бит/сек. до 1Мбит/сек. Преобразователь интерфейса USB-4RS232 (рисунок 1.22) выполнен в виде отдельного блока с разъемом USB расположенном на кабеле.



Рисунок 1.22 - Преобразователь интерфейса USB-4RS232

Порядок использования преобразователя подробно описан в "Преобразователь интерфейса USB-4RS232. Паспорт. МС2.008.002 ПС".

БК-3.1 имеет соединители RS232 встроенного преобразователя USB-4RS232 или RJ45 встроенного преобразователя Ethernet-4RS232

#### 1.4.14 Преобразователь 2Ethernet-4RS232

Преобразователь (рисунок 1.23) предназначен для преобразования интерфейсов электронных блоков, используемых для построения автоматизированных систем сбора и обработки данных. Преобразователь осуществляет взаимное электрическое преобразование сигналов следующих интерфейсов: RS-232, Ethernet.

Порядок использования преобразователя подробно описан в НФЦР.411914.025ПС.

БК-3.1 имеет соединители RS232 встроенного преобразователя USB-4RS232 или RJ45 встроенного преобразователя Ethernet-4RS232.



Рисунок 1.23 - Преобразователь

#### 1.4.15 Вычислитель погрешности ВП-3.1

При использовании совместно с эталонными СИ, имеющими импульсный выход (Энергомонитор), ВП-3.1 обеспечивают определение погрешности СИ с импульсным выходом (в т.ч. счетчики электроэнергии) путем сравнения частоты выходного сигнала исследуемого СИ с частотой выходного сигнала эталонного СИ с учетом цены импульсов.

Определение относительной погрешности СИ производится в соответствии с формулой

$$\delta = [(N - N_{\text{ЭТ}}) / N_{\text{ЭТ}}] \cdot 100 \%,$$

где:

$N_{\text{ЭТ}}$  - расчетное число выходных импульсов эталонного СИ, которое должно формироваться при нулевой погрешности исследуемого СИ за время измерения  $t_{\text{изм}}$ ;

$N$  - число выходных импульсов исследуемого СИ, поступивших на вход "F<sub>ВХ</sub>" за время  $t_{\text{изм}} = (1/f_2) \cdot K_2$  (с),

где:

$f_2$  – частота следования выходных импульсов исследуемого СИ, Гц (подаются на вход "F<sub>ВХ</sub>" или на вход "УФС" ВП-3.1);

$K_2$  - коэффициент деления частоты  $f_2$  (задаваемое число периодов выходных импульсов исследуемого СИ, формирующих "окно измерения").

Значения  $N_{ЭТ}$  и  $N$  могут быть заданы в диапазоне от 1 до  $2^{32}$  (от 1 до 4294967296).

При проверке **отсутствия самохода** и при **проверке порога чувствительности** счетчиков электрической энергии с помощью приборов работающих с управлением от ПК, должны быть заданы нулевые значения  $N_{ЭТ}$  и  $N$  (в этих режимах на экране будет отображаться только количество импульсов, поданных на вход Прибора "F<sub>ВХ</sub>" за время проверки).

Формулы, используемые для вычисления погрешностей счетчиков активной электрической энергии, приведены в приложении Б.

Частотные входы "F<sub>ВХ</sub>" и "F(p)<sub>ВХ</sub>" Приборов обеспечивают прием сигналов, представляющих собой последовательность импульсов напряжения положительной полярности с уровнем логического нуля не более 0,8 В и уровнем логической единицы в диапазоне от 3 до 15 В или прием сигналов с выходов типа "открытый коллектор". Выбор режима работы входов производится при программировании Приборов.

Входное сопротивление: не менее 5 кОм. Вид Лицевой панели ВП-3.1 представлен на рисунке 1.24.



1 - индикатор импульсов на входе " F<sub>p</sub>(вх)»; 2 – соединитель «F<sub>p</sub>(вх)» для подключения к частотному выходу эталонного СИ (Энергомонитор); 3 – буквенно-цифровой дисплей; 4 – кнопка «Сброс.»; 5 – порт для подключения к сети Ethernet; 6 – соединитель питания; 7 – соединитель для подключения УФС; 8 – индикатор импульсов на входе "F<sub>ВХ</sub>"; 9 - соединитель для подключения частотного выхода поверяемого устройства (счетчика электроэнергии)

Рисунок 1.24 - Лицевая панель ВП-3.1

#### 1.4.16 Трансформаторы тока разделительные трехфазные ТТР-3.100

ТТР-3.100 предназначены для гальванической изоляции цепей тока однофазных и трехфазных счетчиков электрической энергии прямого включения от цепей тока поверочных многоместных установок. Порядок применения указан в НФЦР.411914.018РЭ.

#### 1.4.17 Трансформаторы напряжения изолирующие ТНИ-1

ТНИ-1 предназначены для гальванической изоляции цепей тока однофазных счетчиков электрической энергии прямого включения от цепей тока поверочных многоместных установок. Вид Лицевой панели ТНИ-1 представлен на рисунке 1.25.



Рисунок 1.25 - Лицевая панель трансформатора ТНИ-1

На задней панели расположены соединители:

$U_{вх}$  – для подачи напряжения до 300 В от БК-3.1 на первичную обмотку ТНИ-1;

$U_{1Э}$  «Энергомонитор» – для подключения первой вторичной обмотки к эталонному СИ;

$U_1$  – для подключения первой вторичной обмотки к первому поверочному месту УНСЗ;

$U_2...U_n$  – для подключения n-й вторичной обмотки к n-му поверочному месту УНСЗ.

Выходы  $U_{1Э}$  и  $U_1$  соединены параллельно.

## **1.5 Маркировка и пломбирование**

### **1.5.1 Маркировка изделия**

На маркировочной планке, прикрепленной к корпусу генератора Энегоформа-3.1Э из комплекта установки, нанесены:

- наименование предприятия-изготовителя, товарный знак предприятия-изготовителя;
- условное обозначение модификации Установки;
- вид и номинальное напряжение питания;
- изображение знака утверждения типа;
- изображение знака соответствия;
- заводской номер Установки по системе нумерации предприятия-изготовителя;
- дата изготовления (месяц и год).

### **1.5.2 Маркировка транспортной тары**

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

### **1.5.3 Пломбирование**

Пломба устанавливается в гнездо крепежного винта на задней панели Установок.

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

## **2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ**

### **2.1 Эксплуатационные ограничения**

2.1.1 Если Установка внесена в помещение после пребывания снаружи при температуре окружающей среды ниже минус 5 °С, то она должна быть выдержана в нормальных условиях в выключенном состоянии не менее 4 ч.

**Внимание!** При попадании воды или иных жидкостей внутрь корпуса любого блока использование Установок не допускается.

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

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

Контроль мощности нагрузки усилителей допускается производить косвенным методом:

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

### **2.2 Подготовка изделия к использованию**

#### **2.2.1 Требования безопасности**

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

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

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

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

Степень защиты оболочек IP20 по ГОСТ 14254.

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

### **2.2.2 Распаковывание Установок**

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

Проверяют комплектность Установок в соответствии с таблицей 4.1 ФО.

### **2.2.3 Монтаж на месте эксплуатации**

**Рекомендуется пуско-наладку установок производить на месте эксплуатации с привлечением представителей производителя.**

2.2.3.1 Схемы соединений блоков и устройств, входящих в состав установки, представлены в приложении А.

2.2.3.2 При использовании УНСЗ с количеством поверочных мест для электросчетчиков на каждое место устанавливается ВП-3.1, УФС. ТТР-3.100 и ТНИ-1 устанавливаются в соответствии с модификацией установки.

2.2.3.3 КТ включается в цепь тока, поступающего от БК-3.1 (от УТ-3.1 или УНТП), через соответствующие соединители, расположенные на панели КТ.

### **2.2.4 Включение Установок**

**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 из комплекта поставки 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" (при его наличии), подать питание на генератор-синтезатор "Энергоформа-3.1Э", прибор электроизмерительный эталонный многофункциональный "Энергомонитор-3.1КМ";
- кнопками "фаза А", "фаза В", "фаза С", расположенными на лицевой панели блока коммутации "БК-3.1" подать питание на усилители тока и напряжения. В установке модификации «...(Энергомонитор 3.1КМ-Э X-XX-ХЕ...)» при работе с ЭлТА-счетчиком на усилители УН-3.1 и УТ-3.1 питание подавать не следует.

**Внимание!** После выполнения вышеуказанных операций по включению Установки **не допускается** запускать генерацию выходных сигналов до истечения времени установления рабочего режима ( $30 \pm 1$ ) мин.

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

После завершения инициализации на ЖКИ индицируются:

- у "Энергомонитора" товарный знак, наименование изготовителя, тип Прибора и версия модификации;
- у генератора "Энергоформа" главное меню;
- у ВП-3.1 главное меню.

## **2.3 Использование изделия**

Установка может работать в двух режимах:

- при управлении с ПК по интерфейсам RS-232/USB/Ethernet с помощью программного обеспечения (ПО) «Энергоформа», «Энергоформа УППУ», «КАЛИБРОВКА ГЕНЕРАТОРА»;
- в автономном режиме при управлении с использованием клавиатур и графических жидкокристаллических индикаторов (ЖКИ), расположенных на лицевых панелях приборов «Энергомонитор», «Энергоформа», ПТНЧ-МЛ.

В случае комплектации установки прибором Энергомонито-61850 работа в автономном режиме не предусмотрена.

### 2.3.1 Управление Установкой от ПК

При управлении Установкой от ПК необходимо установить на ПК программы «Энергоформа» и «Энергоформа УППУ». Программы работают под операционными системами MS Windows 7, 8, 10 (32-х и 64-х разрядная архитектура) (операционная система должна обеспечивать поддержку кириллицы).

Для работы программы рекомендуется использовать компьютер следующей конфигурации:

- процессор 1500 МГц или более мощный,
- не менее 2 Гб ОЗУ,
- не менее 30 Гб дискового пространства для установки программы,
- видеоадаптер с поддержкой разрешения не менее 1024x768,
- дисплей не менее 17”;
- мышь с колёсиком,
- Ethernet-коммутатор.

Для более комфортной работы рекомендуется более мощный компьютер.

Для управления Установкой с помощью ПО необходимо подключить к порту USB (Ethernet) компьютера USB (Ethernet) порт БК-3.1, а разъемы RS-232 приборов «Энергомонитор» и «Энергоформа-3.1Э», расположенные на задних панелях приборов, к БК-3.1 (или к преобразователю 2Ethernet-4RS232). В Приборе «Энергомонитор» необходимо выбрать скорость передачи и войти в режим обмена по RS-232 (см. РЭ). Генератор «Энергоформа» и ВП-3.1 автоматически переходят в режим управления от компьютера при подключении к ПК и запуске программы «Энергоформа УППУ».

После подключения к ПК через ПО «Энергоформа УППУ» на ЖКИ индицируются:

- у "Энергомонитора" – «Обмен по RS-232» ;
- у генератора "Энергоформа" – «Обмен по RS-232»;
- у ВП-3.1 - количество принятых импульсов и погрешность.

Программа “Энергоформа УППУ” запускает режим определения погрешности, задавая время определения значения погрешности (через число импульсов от поверяемого СИ) и расчетное число эталонных импульсов (количество импульсов, которое должно быть получено за это время от эталонного СИ при нулевом значении погрешности поверяемого СИ).

При этом запускается счёт импульсов, и на дисплее отображается текущее значение погрешности и текущее значение количества импульсов, поступивших от эталонного и поверяемого СИ. После определения погрешности СИ (завершения счёта импульсов) значение погрешности поверяемого СИ и количество принятых импульсов отображается на экране прибора.

Перезапуск счёта импульсов осуществляется командой от ПК.

Выход из режима определения погрешности выполняется по команде от ПК.

При необходимости можно перезапустить работу ВП-3.1 нажатием и удержанием (не менее 5 с) кнопки «Сброс».

Порядок работы с ПО подробно описан в соответствующих Руководствах пользователя ПО.

Для испытания счетчиков электроэнергии, имеющих испытательное импульсное устройство, следует произвести настройку приема импульсов установкой.

#### **Настройка УФС-Э**

Установите фотосчитывающее устройство УФС-Э напротив оптического испытательного выхода (светодиода) поверяемого СИ (счетчика). Ручкой "Порог" добейтесь того, чтобы светодиод УФС-Э мигал в такт светодиоду СИ.

#### **Настройка УФС-И**

Установите ручку "Порог" фотосчитывающего устройства УФС-И в крайнее положение против часовой стрелки (это положение ручки соответствует минимальной чувствительности).

Закрепите УФС-И на индукционном счетчике так, чтобы луч светодиода попадал на вращающийся диск. Светодиод "Работа" УФС-И должен погаснуть и вспыхнуть только при прохождении черной метки диска счетчика. В УФС-И имеется автоматическая подстройка под уровень освещенности, поэтому светодиод может погаснуть не сразу, а через 20–40 с. Если светодиод не гаснет, немного поверните ручку "Порог" по часовой стрелке.

**ПФИ** в настройках не нуждается, однако необходимо убедиться в прохождении импульсов по миганию светодиода ПФИ.

Для поверки СИ ПКЭ с регистрацией случайных событий и фликера следует на установке модификации «-К» не более, чем за 1 час до начала поверки, выполнить самокалибровку установки по напряжению в соответствии с РП ПО «Калибровка генератора» (EfCalibr).

### **2.3.2 Работа Установки в автономном режиме**

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

Порядок работы с приборами "Энергомонитор" и «ПТНЧ-МЛ» в автономном режиме подробно описан в их "Руководстве по эксплуатации".

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

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

Для поверки СИ ПКЭ с регистрацией случайных событий и фликера следует на установке

модификации «-К» не более, чем за 1 час до начала поверки, выполнить самокалибровку установки по напряжению в соответствии с РП ПО «Калибровка генератора» (EfCalibr).

### 2.3.2.1 Интерфейс оператора генератора-синтезатора «Энергоформа»

Интерфейс оператора генератора "Энергоформа-3.1Э" (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 2.1 указано назначение клавиш, расположенных на лицевой панели.

Таблица 2.1

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 2.1). 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.

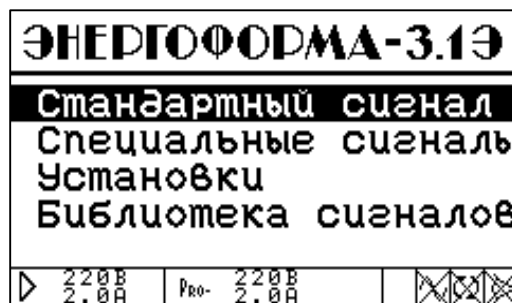


Рисунок 2.1 - Главное меню генератора

Интерфейс оператора генератора представляет собой иерархическую структуру вложенных меню. Назначение органов управления приведены в таблице 2.1.

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-3.1Э».

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 вышеуказанных 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 максимума и минимума;

- 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 2.2), в которой отображается информация об основных режимах работы генератора.

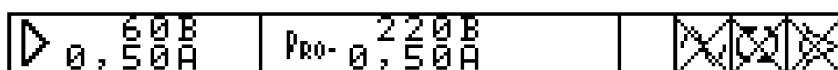


Рисунок 2.2 - Строка состояния генератора без дополнительной функции

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 2.3), название которой в этом случае выводится в левую часть активизированной строки состояния.



Рисунок 2.3 - 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 2.6), 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 2.4) сигнализируют о незавершенном процессе модификации/перерасчета параметров, при отсутствии данной пиктограммы генератор готов осуществить модификацию нового параметра или воспринять другие действия пользователя.

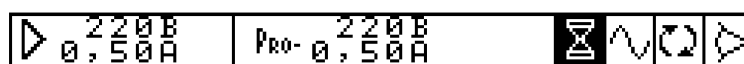


Рисунок 2.4 - Строка состояния Генератора при незавершенном процессе модификации/перерасчета параметров

Если строка состояния активна и текущее окно/меню имеет дополнительную функцию, в левой части строки состояния отображается название этой функции (рисунок 2.3). Во всех остальных ситуациях левая часть строки состояния (рисунки 2.2, 2.4) 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 (PRO) значениям.

### 2.3.2.2 Режим Стандартный сигнал

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

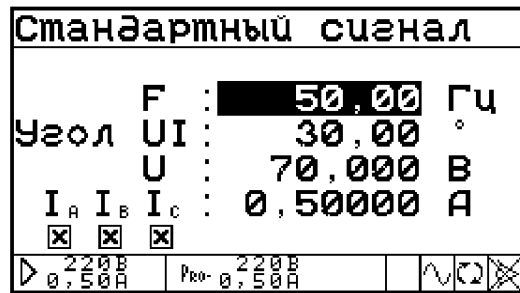


Рисунок 2.5 - Окно задания параметров стандартного сигнала

Можно задать (рисунок 2.5) 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 < и >, изменение состояния — клавишей «ENT».

### 2.3.2.3 Меню Специальные сигналы

Меню «Специальные сигналы» (рисунок 2.6) состоит из шести пунктов: «Произвольная форма», «Субгармоники», «Фазовое управление», «Провалы и перенапряжения», «Фликкер» и «Библиотека сигналов».



Рисунок 2.6 - Меню режима «Специальные сигналы»

#### 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 2.7). Данное меню содержит следующие режимы:

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

Кроме того, здесь же включается либо отключается режим интергармоник.

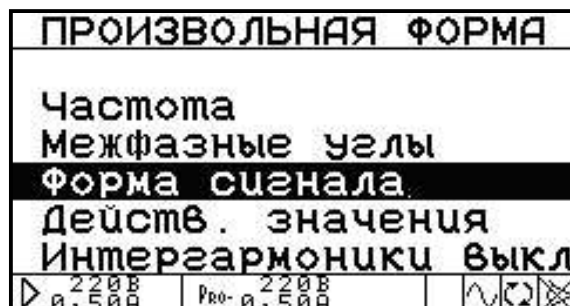


Рисунок 2.7 - Меню режима «Произвольная форма»

В режиме «Частота» открывается окно (рисунок 2.8) 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.

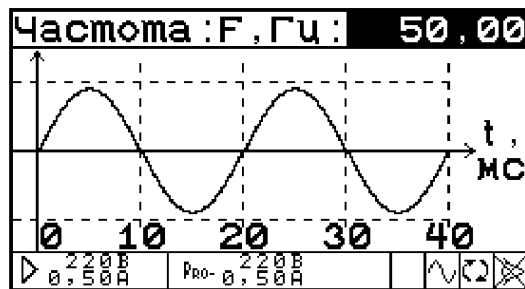


Рисунок 2.8 - Окно задания частоты сигнала

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 2.9), 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 2.9 - Окно задания межфазных углов

Окно содержит 6 изменяемых полей, соответствующих углам между первыми гармониками генерируемых сигналов. Модификация указанных полей осуществляется в диапазоне 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. 2.10) отображает осциллограмму текущего сигнала в выбранном канале. Информация, отображаемая в данном окне, зависит от того, включен или выключен режим интергармоник.



Рисунок 2.10 - 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 (« $U_n$ » или « $I_n$ ») (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» (« $\varphi_{1-n}$ ») позволяет установить фазу выбранной гармоники относительно первой гармоники сигнала в выбранном канале (от  $-179,99^\circ$  до  $180,00^\circ$  с шагом  $0,01^\circ$ ).
  - Поле «название канала» («Канал») позволяет переключаться между шестью каналами для модификации их параметров.

Вариант представления окна «Спектр (линейный)» (рисунок 2.11) отображает спектрограмму текущего сигнала в выбранном канале.

Спектрограмма отображается в линейном масштабе.

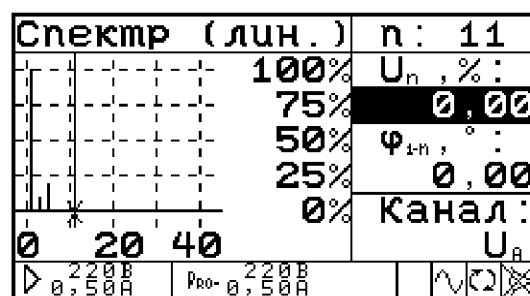


Рисунок 2.11 - Окно «Форма сигнала» в варианте представления «Спектр (линейный)»

Окно в этом варианте отображения содержит единственное изменяемое поле — «относительная амплитуда выбранной гармоники» (« $U_n$ » или « $I_n$ »). Диапазон допустимых значений данного поля от 0 % до 100,00 %, шаг изменения 0,01%. Выбор номера гармоники осуществляется клавишами  $\blacktriangledown$  и  $\blacktriangle$ , при этом курсор на спектрограмме перемещается на спектральную линию, соответствующую выбранной гармонике.

Вариант представления окна «Спектр (логарифмический)» (рисунок 2.12) 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).

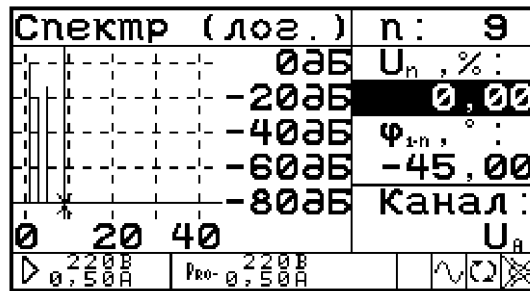


Рисунок 2.12 - Окно «Форма сигнала» в варианте представления «Спектр (логарифмический)»

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%. Выбор номера гармоники осуществляется клавишами ▲ и ▼, при этом курсор на спектрограмме перемещается на спектральную линию, соответствующую выбранной гармонике.

Вариант представления окна «Фазы гармоник» (рисунок 2.13) отображает спектр углов сдвига фаз гармоник (относительно первой гармоники сигнала в выбранном канале).

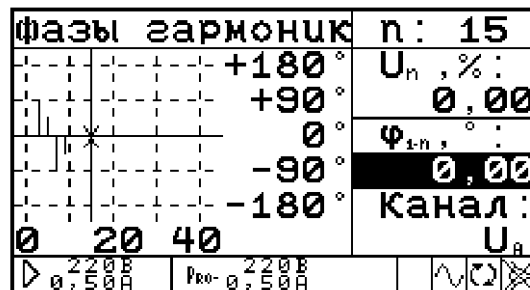


Рисунок 2.13 - Окно «Форма сигнала» в варианте представления «Фазы гармоник»

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°. 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 2.14), 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).

В режиме «ЭЛТА» сигналы тока задаются в Вольтах.

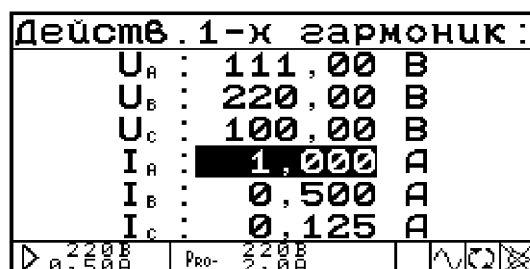



Рисунок 2.14 - Окно задания размаха первых гармоник выходных сигналов

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.

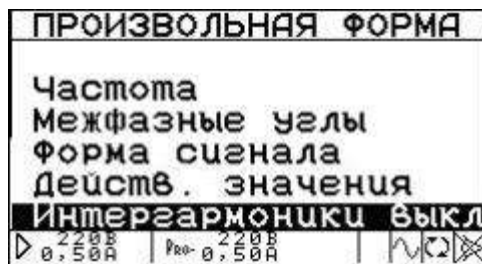


Рисунок 2.15 - Окно включения/отключения интергармоник

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

### Режим Субгармоники

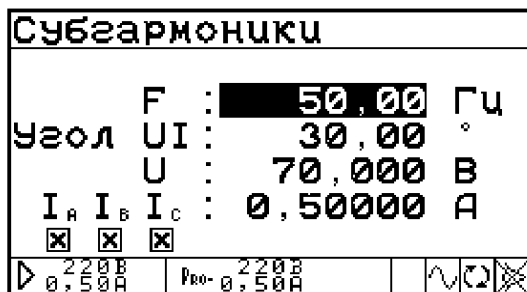


Рисунок 2.16 - Окно задания параметров субгармоник

В этом режиме на выходах тока генератора  $I_A$ ,  $I_B$ ,  $I_C$  формируются сигналы, вид которых представлен на рисунке 2.17.

В режиме «ЭЛТА» сигналы тока задаются в Вольтах.

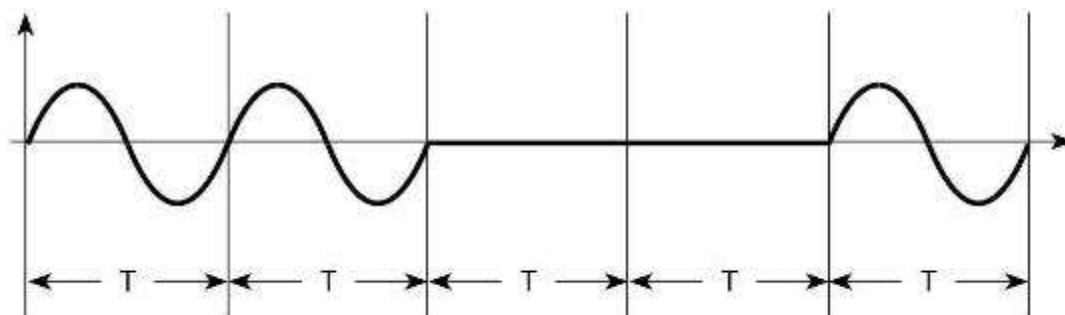


Рис. 2.17 - Форма выходного сигнала в режиме «Субгармоники» (Т — период сигнала)

Значения фазовых сдвигов между напряжениями разных фаз устанавливаются равными

120°. Можно задать (рисунок 2.15) 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.

### Режим Фазовое управление

Фазовое управление		
F :	50,00	Гц
Угол UI :	30,00	°
U :	70,000	В
I <sub>A</sub> I <sub>B</sub> I <sub>C</sub> :	0,50000	А
<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		

Рисунок 2.18 - 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 2.19. В режиме «ЭЛТА» сигналы тока задаются в Вольтах.

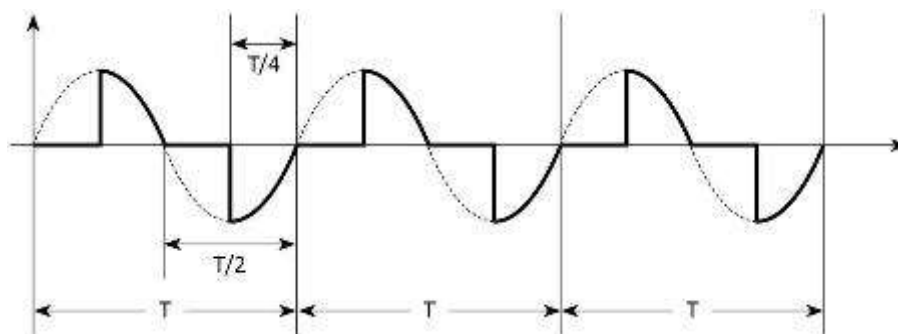


Рис. 2.19 - Форма выходного сигнала в режиме «Фазовое управление» (Т — период сигнала)

Значения фазовых сдвигов между напряжениями разных фаз устанавливаются равными 120°. Можно задать (рисунок 2.18) 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.

### Режим Провалы и перенапряжения

Провалы и перенапр.		
n :	300	U <sub>A</sub> , % :
t :	0,500 с	100,00
T :	5,000 с	U <sub>B</sub> , % :
t <sub>n</sub> :	0,000 с	50,00
φ <sub>n</sub> :	0,00 °	U <sub>C</sub> , % :
Прив. к nn	<input type="checkbox"/>	100,00
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		

Рисунок 2.20 - Экран задания параметров режима провалов и перенапряжений

В режиме «Провалы и перенапряжения» (рисунок 2.20) 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.

### Режим Фликер

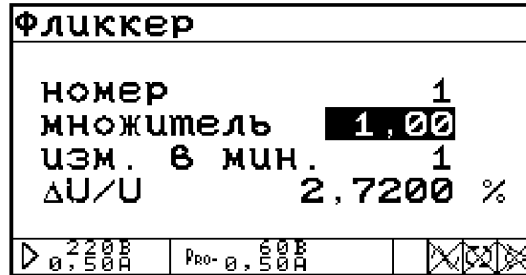


Рисунок 2.21 - Экран задания параметров фликера

В этом режиме на выходы подаются колебания напряжения с характеристиками, приведенными в таблице 2.2:

Таблица 2.2

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.

### 2.3.2.4 Меню Установки

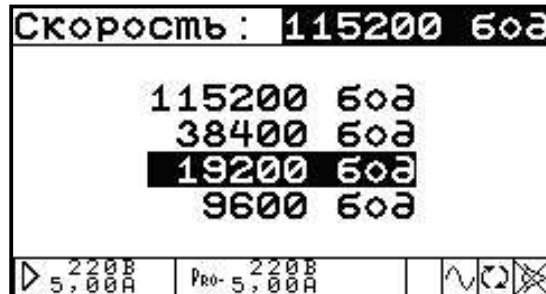
Меню «Установки» состоит из 4 пунктов:

- Скорость по RS-232
- Язык
- О приборе
- Режим работы

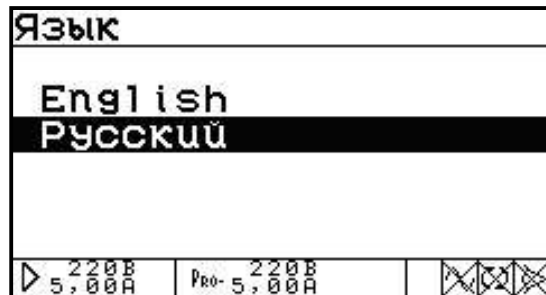


После активации пункта «Скорость по RS-232» появляется возможность выбора значения скорости обмена с ПК по последовательному интерфейсу RS-232. Возможна установка следующих значений скорости: 115 200, 38 400, 19 200, 9600 бит/с.

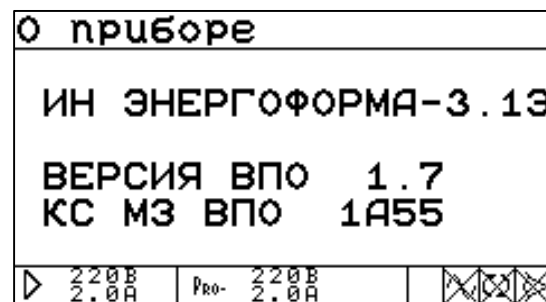
Выбор нужного значения осуществляется с помощью клавиш ▲, ▼ и «ENT». Выбранное значение скорости отображается в верхней строке дисплея.



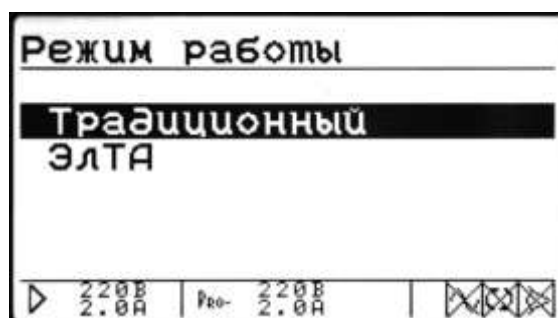
После активации пункта «Язык» появляется возможность смены языка для отображения информации на дисплее прибора, можно выбрать либо русский либо английский язык (рис. 4.24) (с помощью клавиш ▲, ▼ и «ENT»).



После активации пункта «О приборе» появляется информация о наименовании и версии ВПО.



После активации пункта «Режим работы» появляется возможность смены режима задания испытательных сигналов из перечня «Традиционный» или «ЭЛТА».



В режиме «Традиционный» ИИС вырабатывает испытательные сигналы и сигналы управления для работы усилителей тока УТ-3.1 и напряжения УН-3.1 в диапазонах 0,005 ... 120А и 6 ...600 В.

В режиме «ЭлТА» ИИС генерирует сигналы тока и сигналы напряжения в диапазонах от 0,5 мВ до 12 В. При этом усилители тока УТ-3.1 и напряжения УН-3.1 не используются.

### 2.3.2.5 Меню библиотека сигналов

Меню «Библиотека сигналов» (рис. 2.25) позволяет сохранять текущий или загружать ранее сохраненный сигнал.



Рисунок 2.25 - Меню библиотеки сигналов

После выбора необходимого действия появится меню выбора библиотеки (рис. 2.26). 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. 2.27), 7–12 — на второй странице (рис. 2.27)).



Рисунок 2.26 - Меню выбора библиотеки (страница 1)



Рисунок 2.27 - 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. 2.28). Если сигнал не был сохранен, то вместо его имени отображается надпись «Нет данных». Выбор сигнала осуществляется клавишами ▲ и ▼. Клавиши ◀ и ▶ переключают страницу (сигналы 1–5 расположены на первой странице, 6–10 — на второй странице).



Рисунок 2.28 - Меню выбора сигнала

После выбора сигнала в зависимости от того, какое действие было выбрано в меню «Библиотека сигналов» (рис. 2.25), осуществляются следующие действия:

- Если был выбран пункт «Загрузить сигнал», то сигнал загружается, и краткая информация о нем отображается на экране (рис. 2.29). Вернуться в меню выбора сигнала можно при помощи клавиши «ESC».

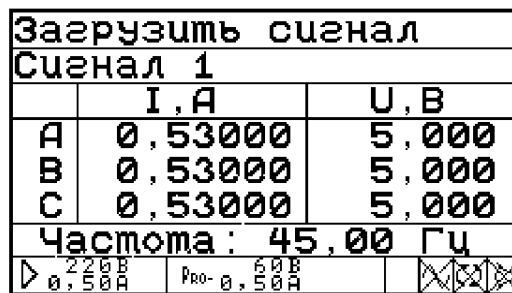


Рисунок 2.29 - Просмотр загруженного сигнала

- Если был выбран пункт «Сохранить сигнал», то на экране отображается экранная клавиатура для ввода названия сохраняемого сигнала (рисунок 2.30).



Рисунок 2.30 - 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».

### 2.3.3 Управление блоком источников питания постоянного тока

Блок представляет собой комплект из 3-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:

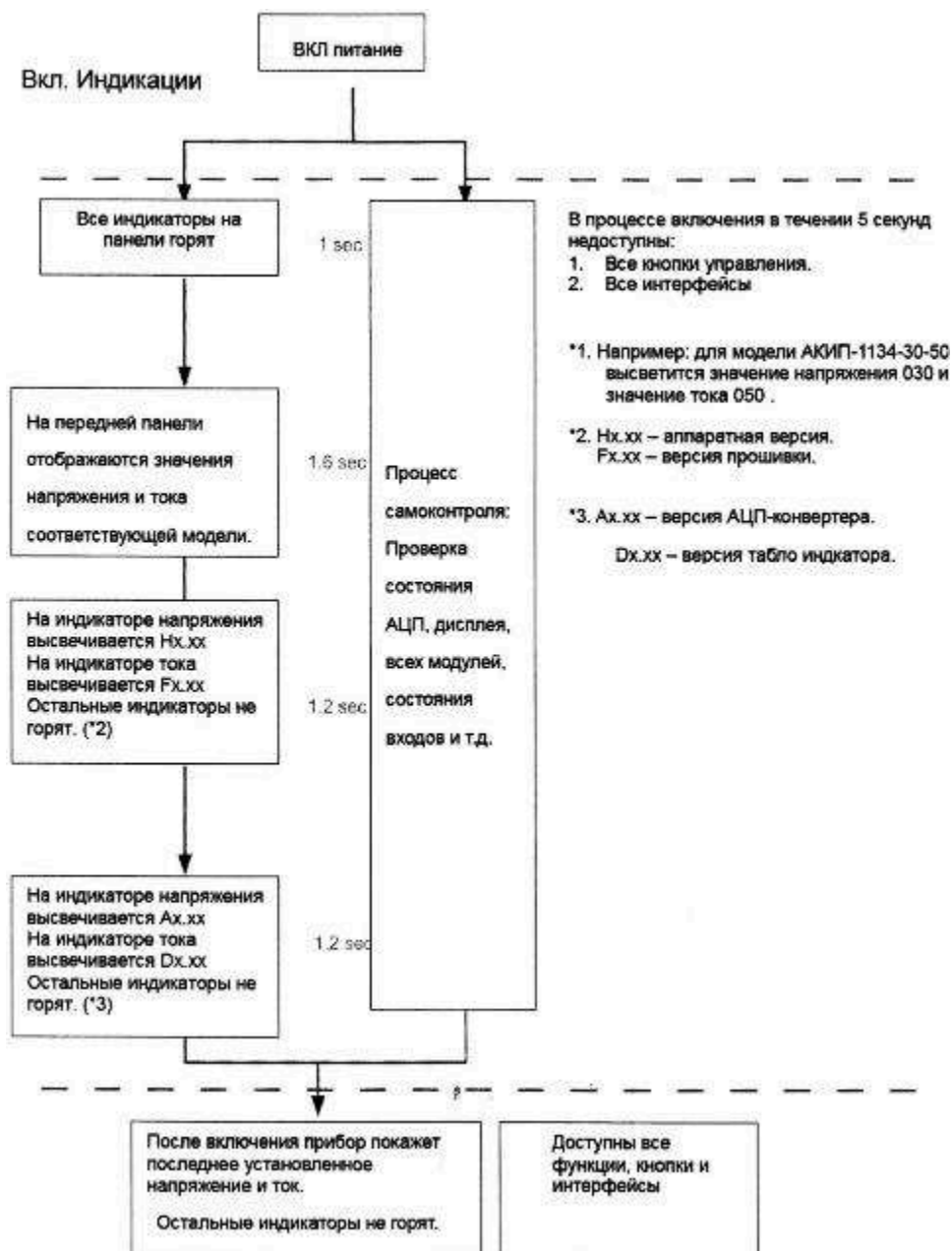
- уровень изоляции провода, текущая пропускная способность провода,
- максимальная нагрузочная длина кабеля для работы с удаленными линиями.

#### 2.3.3.1 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.



### 2.3.3.2 Установка выходного напряжения и настройка ограничения напряжения

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

Для установки напряжения нажмите кнопку «В/Огр.У» 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.

### 2.3.3.3 Установка выходного тока и настройка ограничения тока

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

Для установки силы тока нажмите кнопку «А/Огр.І» 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.

### 2.3.3.4 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
E.O.C	OFF	Деактивация внешнего управления Вкл/Откл выхода
	ON	Активация внешнего управления Вкл/Откл выхода
C.V.M	LOC.	Установка напряжения осуществляется с панели управления источника
	EXT.	Установка напряжения осуществляется с помощью внешнего управления
C.C.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.

#### **2.3.3.5 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.

#### **2.3.3.6 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.**».

### **2.3.4 Работа с КТ**

При использовании в установке катушек КТ для поверки СИ с токоизмерительными клещами эталонный прибор «Энергомонитор» измеряет ток, протекающий через каждый виток КТ.

**Внимание! Не допускается подавать от БК-3.1 на КТ ток более 10 А.**

Поверяемый (регулируемый) прибор с токоизмерительными клещами показывает измеренные значения силы тока, мощности и энергии в  $n$  раз большие, чем показывает эталонный прибор «Энергомонитор», где  $n$  — число ампер-витков в используемой катушке КТ. Возможно измерение как переменного, так и постоянного тока в зависимости от модификации установки.

Как правило, для поверки СИ с токоизмерительными клещами при номинальных токах до 100 А катушки КТ не применяются, а выполняется прямое подключение клещей на перемычку токовую (на выходе БК-3.1).

## 3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

### 3.1 Общие указания

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

### 3.2 Меры безопасности

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

### 3.3 Порядок технического обслуживания изделия

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

### 3.4 Перечень возможных неисправностей и способы их устранения.

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

## 4 ХРАНЕНИЕ

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

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

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

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

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

## 5 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

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

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

НФЦР.411722.007-А РЭ  
Схемы межблочных соединений

Поставляется отдельно в соответствии с модификацией установки

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б (справочное).  
ФОРМУЛЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ  
ПОГРЕШНОСТЕЙ СЧЕТЧИКОВ АКТИВНОЙ  
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ**

$$C = \frac{3,6 \cdot 10^6 \cdot F}{U \cdot I \cdot \cos \varphi \cdot m}, \text{имп/кВт} \cdot \text{ч};$$

$$F = \frac{U \cdot I \cdot \cos \varphi \cdot m \cdot C}{3,6 \cdot 10^6}, \text{Гц};$$

$$T = \frac{3,6 \cdot 10^6}{U \cdot I \cdot \cos \varphi \cdot m \cdot C}, \text{с};$$

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi \cdot m = \frac{3,6 \cdot 10^6 \cdot F}{C} = \frac{3,6 \cdot 10^6}{T \cdot C}, \text{Вт}$$

где  $C$  – постоянная СИ, имп/кВт·ч;

$F$  – частота на выходе СИ, Гц;

$T$  – период следования импульсов;

$P$  – активная мощность, Вт;

$U$  – напряжение, В;

$I$  – сила тока, А;

$\cos \varphi$  – коэффициент мощности;

$m$  – число фаз.

## **Приложение В (справочное).**

# **ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

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

- программа «Энергоформа» (Enform),
- программа «Энергоформа УППУ» (EnfCalibrationRig),
- 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», «Энергоформа-3.1Э» и «Энергоформа-3.3» (в дальнейшем генератор).

Программа «Энергоформа» позволяет:

- считывать результаты измерений из прибора «Энергомонитор» 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.

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 с Приборами для измерения электроэнергетических величин и показателей качества электрической энергии «Энергомонитор», генератором электрических сигналов «Энергоформа» (в дальнейшем Генератор) и с Преобразователями измерительными – калибраторами ПТНЧ-МС (прибором для определения погрешности ВП-3.1).

Программа «Энергоформа УППУ» позволяет:

- проводить поверку однофазных и трехфазных счетчиков электрической энергии с помощью устройства ПТНЧ (ВП) в автоматическом режиме (одновременно от 1 до 10 счетчиков);
- проводить настройку (калибровку) однофазных и трехфазных счетчиков электрической энергии в полуавтоматическом режиме (одновременно от 1 до 10 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. 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 (ВП). Импульсный выход эталонного прибора должен быть подключен к эталонному импульсному входу каждого ПТНЧ (ВП). 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.х.х Руководство пользователя».

### **«Калибровка генератора» (EfCalibr)**

Программа «Калибровка генератора» предназначена для калибровки и поверки генератора «Энергоформа-3.1Э», входящего в состав поверочной установки, с поддержкой рабочего режима «ЭлТА», В качестве эталонного прибора применяются: прибор для измерения электроэнергетических величин и показателей качества электрической энергии «Энергомонитор 3.1КМ», «Энергомонитор-61850», «Энергомонитор 3.1КМ - Э» с поддержкой рабочего режима ЭлТА (в дальнейшем Прибор).

Программа обеспечивает калибровку и поверку генератора «Энергоформа 3.3» на эталонном приборе «Энергомонитор 3.1К» и «Энергомонитор 3.1КМ» в автоматическом режиме. Программа обеспечивает самокалибровку и поверку генератора «Энергоформа-3.1Э» на эталонном приборе «Энергомонитор 3.1КМ - Э» в автоматическом режиме.

Программа «Калибровка генератора» позволяет:

1. рассчитывать калибровочные коэффициенты генератора в автоматическом режиме;
2. считывать и записывать калибровочные коэффициенты в память генератора;

3. автоматически считывать из Прибора по последовательному порту и отображать результаты измерений;
4. выполнять поверку генератора в автоматическом режиме с сохранением результатов поверки в файл MS Word.

Порядок работы с программой «Калибровка генератора» подробно описан в «Программа „Калибровка генератора” Версия 3.7.x Руководство пользователя».

