

ОКП 42 2000



ME48



**ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ  
ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ  
И ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН  
«Энерготестер ПКЭ»**

Руководство по эксплуатации

МС2.725.003 РЭ

2009



## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	<b>5</b>
<b>1 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ</b> .....	<b>6</b>
<b>2 ОПИСАНИЕ ЭНЕРГОТЕСТЕРА ПКЭ И ПРИНЦИПА ЕГО РАБОТЫ</b> .....	<b>7</b>
2.1 НАЗНАЧЕНИЕ .....	7
2.2 УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ .....	7
2.3 СОСТАВ ЭНЕРГОТЕСТЕРА ПКЭ .....	8
2.4 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ .....	9
2.5 УСТРОЙСТВО И РАБОТА .....	15
<b>3 ПОДГОТОВКА ЭНЕРГОТЕСТЕРФ ПКЭ К РАБОТЕ</b> .....	<b>17</b>
3.1 ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ.....	17
3.2 РАСПАКОВЫВАНИЕ ЭНЕРГОТЕСТЕРА ПКЭ.....	17
3.3 ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ .....	18
3.3.1 Назначение органов управления и подключения .....	18
3.3.2 Включение/ выключение Энерготестера ПКЭ .....	20
<b>4 ПОРЯДОК РАБОТЫ</b> .....	<b>22</b>
4.1 ИНТЕРФЕЙС ОПЕРАТОРА.....	22
4.2 ИЗМЕРЕНИЯ .....	24
4.2.1 Измерение напряжений и токов.....	26
4.2.2 Измерение мощности .....	29
4.2.3 Измерение углов .....	35
4.2.4 Измерение гармоник .....	37
4.2.5 Форма сигнала .....	40
4.2.5 Усреднение .....	41
4.3 РЕГИСТРАЦИЯ.....	44
4.3.1 Введение.....	44
4.3.2 Регистрация.....	47
4.3.3 Формат архивов.....	50
4.3.4 Текущие значения ПКЭ.....	55
4.4 НАСТРОЙКИ.....	62
4.4.1 Уровни доступа .....	62
4.4.2 Схема подключения.....	63
4.4.3 Установка пределов .....	64
4.4.4 Подсветка дисплея .....	66
4.4.5 Язык .....	67
4.4.6 Коррекция уставок .....	68
4.4.7 Часы.....	70
4.4.8 Смена паролей.....	71
4.4.9 Память .....	73
4.4.10 Bluetooth.....	74
4.5 ОБМЕН С ПК.....	75
<b>5 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ</b> .....	<b>75</b>
<b>6 ХРАНЕНИЕ</b> .....	<b>76</b>



<b>7 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ .....</b>	<b>77</b>
<b>8 МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ .....</b>	<b>77</b>
<b>9 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ .....</b>	<b>78</b>
<b>10 СВИДЕТЕЛЬСТВО ОБ УПАКОВЫВАНИИ.....</b>	<b>81</b>
<b>11 СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ.....</b>	<b>81</b>
<b>12 СВЕДЕНИЯ О РЕКЛАМАЦИЯХ.....</b>	<b>82</b>
<b>13 СВЕДЕНИЯ О ПОВЕРКЕ .....</b>	<b>83</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ А ТИПЫ ТОКОИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КЛЕЩЕЙ.....</b>	<b>84</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Б СХЕМЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ .....</b>	<b>92</b>

## Введение

Настоящее руководство по эксплуатации (далее - РЭ) распространяется на приборы для измерения показателей качества электрической энергии и электроэнергетических величин Энерготестеры ПКЭ (далее – Энерготестер ПКЭ). РЭ содержит сведения, необходимые для эксплуатации, технического обслуживания, транспортирования и хранения Энерготестера ПКЭ, а также сведения, удостоверяющие гарантии изготовителя, сведения о поверке, свидетельства о приемке и упаковке.

Энерготестер ПКЭ выпускается в двух вариантах исполнения: «Энерготестер ПКЭ-03» и «Энерготестер ПКЭ-06».

«Энерготестер ПКЭ-03» имеет три канала для прямого измерения фазного (междуфазного) напряжения и не имеет токовых каналов.

«Энерготестер ПКЭ-06» имеет три канала для прямого измерения фазного (междуфазного) напряжения и три канала для измерения тока с использованием масштабных преобразователей, входящих в комплект прибора.

«Энерготестеры ПКЭ-06» могут комплектоваться различными типами первичных преобразователей тока. По метрологическим характеристикам «Энерготестер ПКЭ-06» выпускается в различных вариантах исполнения в зависимости от типа первичных преобразователей тока (см. табл. 2.3):

- «Энерготестер ПКЭ-06-0.5»,
- «Энерготестер ПКЭ-06-1.0».

Пример записи обозначения Энерготестера ПКЭ при заказе:

" Прибор «Энерготестер ПКЭ-0X-X.X»

1                      2     3

1 – тип прибора,

2 – вариант исполнения:

- 03 – с тремя каналами для прямого измерения фазного/междуфазного напряжения,
- 06 - с тремя каналами для прямого измерения фазного/междуфазного напряжения и тремя каналами для измерения тока с использованием масштабных преобразователей)

3 – вариант исполнения по метрологическим характеристикам для варианта исполнения «Энерготестер ПКЭ-06» (см. табл.2.3).



## 1 Требования безопасности

1.1 При работе с Энерготестером ПКЭ необходимо соблюдать требования безопасности, установленные «Межотраслевыми Правилами по охране труда (ТБ) при эксплуатации электроустановок», М, "Энергоатомиздат", РД-153-34.0-03.150-00.

Пояснения символа на панели Энерготестера ПКЭ



приведено в разделе 3 (подраздел «Включение Энерготестера ПКЭ»).

1.2 По безопасности Энерготестер ПКЭ соответствует ГОСТ Р 52319-05, категория измерений II и III, степень загрязнения 1, двойная усиленная изоляция.

Степень защиты оболочек по ГОСТ 14254 IP53.

1.3 Максимальное значение фазных напряжений в измерительных входах должно быть не более 400В относительно «нейтрали». Максимальное значение линейных напряжений между измерительными входами должно быть не более 600В.

## 2 Описание Энерготестера ПКЭ и принципа его работы

### 2.1 Назначение

Прибор Энерготестер ПКЭ предназначен для:

- измерения и регистрации основных показателей качества электроэнергии (ПКЭ), установленных ГОСТ 13109-97;
- измерения и регистрации основных параметров электрической энергии в однофазных и трехфазных электрических сетях: действующих значений напряжений и токов при синусоидальной и искаженной формах кривых; активной, реактивной и полной электрической мощности;
- проверки работоспособности и правильности подключения энергетических измерительных преобразователей напряжения, тока, активной и реактивной мощности на местах их эксплуатации;
- проверки работоспособности и правильности подключения однофазных и трехфазных счетчиков электрической энергии без разрыва токовых цепей;
- измерения параметров вторичных цепей (мощность нагрузки трансформаторов и падение напряжения) в системах учета электрической энергии.

Прибор Энерготестер ПКЭ может применяться для:

- энергетического обследования предприятий производителей и потребителей электрической энергии (энергоаудит);
- проведения сертификации электрической энергии;
- технологического контроля и анализа (мониторинга) качества электрической энергии;
- наладка и испытания систем электроснабжения.

### 2.2 Условия эксплуатации

Рабочие условия эксплуатации Энерготестера ПКЭ:

Температура окружающего воздуха, °С	от - 20 до + 55
Относительная влажность воздуха, %	до 90 при 30°С
Атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	от 70 до 106.7 (537 –800)

Электропитание Энерготестера ПКЭ осуществляется от аккумуляторных батарей или от сети переменного тока ( $220 \pm 5\%$ ) В, ( $50 \pm 5\%$ ) Гц, при коэффициенте несинусоидальности не более 5%, через адаптер питания постоянным напряжением 12.6 В, 0.8 А. При подключении Энерготестера ПКЭ к сети переменного тока происходит автоматическая подзарядка аккумуляторных батарей.



### 2.3 Состав Энерготестера ПКЭ

Энерготестер ПКЭ поставляется в комплектации, соответствующей договору поставки. В состав комплекта поставки входят устройства, приведенные в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Наименование	Обозначение	Кол-во
Прибор Энерготестер ПКЭ	МС2.725.003	1 шт.
Адаптер питания Энерготестера ПКЭ с кабелем 220 В ( $U_{\text{ВЫХ}} = 12.6\text{В}$ , $I_{\text{ВЫХ}} = 0.8\text{А}$ )	МС2.087.030	1 шт.
Аккумуляторные батареи типа АА		4 шт.
Программное обеспечение «Энергомониторинг»		1 диск
Щупы тестерные (4 цвета)		4 шт.
Кабель НВ	МС4.853.029	1 шт.
Кабель для связи с ПК по USB		1 шт.
Руководство по эксплуатации	МС2.725.003 РЭ	1 экз.
Методика поверки	МС2.725.003 МП	1 экз.
Упаковка		1 шт.
<b>Дополнительные принадлежности: *</b>		
Клещи токоизмерительные 5А		3 шт.
Клещи токоизмерительные 10А		3 шт.
Кабель «Ток-К»	МС6.705.002	1 шт.
Клещи токоизмерительные 50А		3 шт.
Шунт 50А	МС5.064.001-02	1 шт.
Клещи токоизмерительные 100А		3 шт.
Шунт 100А	МС5.064.001-01	1 шт.
Клещи токоизмерительные 500А		3 шт.
Шунт 500А	МС5.064.001-03	1 шт.
Клещи токоизмерительные 1000А		3 шт.
Шунт 1000А	МС5.064.001	1 шт.
Клещи токоизмерительные 300/3000А		3 шт.

\* Дополнительные принадлежности (только для варианта исполнения «Энерготестер ПКЭ-06») поставляются в соответствии с договором поставки



## 2.4 Технические характеристики

2.4.1 Каналы измерения напряжения подключаются к контролируемой сети непосредственно или через масштабные преобразователи: трансформаторы напряжения, делители и др. Энерготестер ПКЭ имеет два канала для прямого измерения фазного (междуфазного) напряжения с номинальными значениями: 10 В (17 В), 240 В (415 В).

Каналы измерения тока (только для варианта исполнения «Энерготестер ПКЭ-06») подключаются через масштабные преобразователи, входящие в комплект прибора (Приложения А и Б). Энерготестер ПКЭ имеет три канала для измерения тока с использованием масштабных преобразователей, входящих в комплект прибора, с номинальными первичными токами:

- 5 А с токоизмерительными клещами на 5 А,
- 10 А с токоизмерительными клещами на 10 А,
- 50 А с токоизмерительными клещами на 50 А,
- 100 А с токоизмерительными клещами на 100 А,
- 300 А с гибкими токоизмерительными датчиками на 300/3000 А,
- 500 А с токоизмерительными клещами на 500 А,
- 1000 А с токоизмерительными клещами на 1000 А,
- 3000 А с гибкими токоизмерительными датчиками на 300/3000 А.

2.4.2 Энерготестер ПКЭ обеспечивает измерение основных показателей качества электроэнергии (ПКЭ) по ГОСТ13109-97 и других электроэнергетических величин в диапазонах и с пределами допускаемых основных погрешностей измерения, соответствующими данным таблиц 2.2 и 2.3.

Энерготестер ПКЭ обеспечивает непрерывное измерение, расчет, отображение на графическом дисплее и накопление (с последующей передачей на компьютер (ПК)) результатов измерений.

Результаты измерений, полученные от АЦП, обрабатываются в соответствии с заложенной программой.

Основные технические характеристики Энерготестера ПКЭ приведены в таблице 2.2.



Таблица 2.2

Измеряемые величины	Диапазоны измерений	Пределы и вид допускаемой основной погрешности измерений	Примечание
1 Действующее (среднеквадратическое) значение переменного напряжения ( $U$ ), В	от $0.01U_n$ до $1.5U_n$	относительная $\pm[0.1+0.01((U_n/U)-1)]\%$	$U_n = 10 (17),$ $240 (415) В$
2 Действующее значение напряжения первой гармоники ( $U_1$ ), В	от $0.01U_n$ до $1.5U_n$	относительная $\pm[0.2+0.02((U_n/U)-1)]\%$	
3 Напряжение постоянного тока ( $U_{DC}$ ), В	от $0.01U_n$ до $1.5U_n$	относительная $\pm[0.2+0.02((U_n/U)-1)]\%$	
4 Фазовый угол между фазными напряжениями первых гармоник ( $\Phi_U$ ), градус	от 0 до 360	абсолютная $\pm 0.1$	$0.2U_n \leq U \leq 1.5U_n$
5 Частота переменного тока ( $f$ ), Гц	от 45 до 75	абсолютная $\pm 0.01$	$0.1U_n \leq U \leq 1.5U_n$
6 Отклонение частоты ( $\Delta f$ ), Гц	от -5 до +25	абсолютная $\pm 0.01$	$0.1U_n \leq U \leq 1.5U_n$
7 Установившиеся отклонение напряжения ( $\delta U$ ), %	от -100 до +40	абсолютная $\pm 0.2$	
8 Коэффициент несимметрии напряжения по обратной последовательности ( $K_{2U}$ ) и по нулевой последовательности ( $K_{0U}$ ), %	от 0 до 50	абсолютная $\pm 0.2$	
9 Коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения ( $K_U$ ), %	от 0 до 49.9	абсолютная $\pm 0.05$ относительная $\pm 5.0 \%$	$0.1U_n \leq U \leq 1.5U_n$ $K_U < 1.0$ $K_U \geq 1.0$
10 Коэффициент n-ой гармонической составляющей напряжения, n от 2 до 40 ( $K_U(n)$ ), %	от 0 до 49.9	абсолютная $\pm 0.05$ относительная $\pm 5.0 \%$	$0.1U_n \leq U \leq 1.5U_n$ $K_U(n) < 1.0$ $K_U(n) \geq 1.0$
11 Напряжение прямой последовательности ( $U_{1(1)}$ ), нулевой последовательности ( $U_{0(1)}$ ) и обратной последовательности ( $U_{2(1)}$ ), В	от 0 до $U_n$	абсолютная $\pm 0.002 U_n В$	
12 Длительность провала напряжения ( $\Delta t_n$ ), с	от 0.02	абсолютная $\pm 0.02$	$49 Гц < f < 51 Гц$
13 Глубина провала напряжения ( $\delta U_n$ ), %	от 10 до 100	относительная 10.0 %	$49 Гц < f < 51 Гц$
14 Коэффициент временного перенапряжения ( $K_{пер U}$ ), отн. ед.	от 1.10 до 7.99	относительная 2.0 %	$49 Гц < f < 51 Гц$
15 Длительность временного перенапряжения ( $\Delta t_{пер}$ ), с	от 0.01	абсолютная $\pm 0.02$	$49 Гц < f < 51 Гц$
16 Кратковременная доза фликера	от 0.25 до 10	относительная 5.0 %	$49 Гц < f < 51 Гц$ $\Delta U/U \leq 20\%$ при колебаниях напряжения имеющих форму меандра
17 Текущее время	-	абсолютная $\pm 2.0 с/сут$	В диапазоне температур от 10 до 35 °С

Дополнительные технические характеристики Энерготестера ПКЭ для варианта исполнения «Энерготестер ПКЭ-06» приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3

Измеряемые величины	Диапазоны измерений	Пределы и вид допускаемой основной погрешности измерений	Примечание
1 Действующее (среднеквадратическое) значение переменного тока (I), А	от 0.05I <sub>н</sub> до 1.5I <sub>н</sub>	относительная ±[0.5+0.05((I <sub>н</sub> /I) -1)]%* ±[1.0+0.05((I <sub>н</sub> /I)-1)]%**	Номинальные значения измеряемых действующих значений переменного тока определяются и соответствуют номинальным значениям первичных преобразователей тока из комплекта поставки (токоизмерительные клещи) из ряда 5, 10, 50, 100, 300, 500, 1000, 3000 А.
2 Действующее значение тока первой гармоники (I <sub>1</sub> ), А	от 0.05I <sub>н</sub> до 1.5I <sub>н</sub>	относительная ±[0.5+0.05((I <sub>н</sub> /I) -1)]%* ±[1.0+0.05((I <sub>н</sub> /I)-1)]%**	
3 Фазовый угол между напряжением и током первой гармоники одной фазы (Ф <sub>UI</sub> ), градус	от 0 до 360	абсолютная ±0.5	0.2 I <sub>н</sub> ≤ I ≤ 1.5I <sub>н</sub> 0.2U <sub>н</sub> ≤ U ≤ 1.5U <sub>н</sub>
4 Активная электрическая мощность (P), Вт	от 0.01I <sub>н</sub> U <sub>н</sub> до 1.5I <sub>н</sub> 1.2U <sub>н</sub>	относительная ±0.5 %* ±1.0 %** ±1.0 %* ±2.0 %** ±[1.0+0.1((P <sub>н</sub> /P) -1)]%* ±[2.0+0.1((P <sub>н</sub> /P)-1)]%**	K <sub>p</sub> = 1 0.1 I <sub>н</sub> ≤ I ≤ 1.5 I <sub>н</sub> K <sub>p</sub> 0.5L...1... 0.5C 0.1 I <sub>н</sub> ≤ I ≤ 1.5 I <sub>н</sub> K <sub>p</sub> 0.2L...1... 0.2C 0.1 I <sub>н</sub> ≤ I ≤ 1.5 I <sub>н</sub>
5 Реактивная электрическая мощность (Q), вар рассчитывается тремя методами: Q <sub>1</sub> =√(S <sup>2</sup> -P <sup>2</sup> ), Q <sub>2</sub> =UIsinΦ, Q <sub>3</sub> - метод перекрестного включения (для трехфазных сетей)	от 0.01I <sub>н</sub> U <sub>н</sub> до 1.5I <sub>н</sub> 1.2U <sub>н</sub>	относительная ±1.0 %* ±2.0 %** ±2.0 %* ±4.0 %**	K <sub>p</sub> 0.45L...0...-0.45C K <sub>p</sub> 0.45C...0...-0.45L 0.1 I <sub>н</sub> ≤ I ≤ 1.5 I <sub>н</sub> K <sub>p</sub> 0.86L...0...-0.86C K <sub>p</sub> 0.86C...0...-0.86L 0.1 I <sub>н</sub> ≤ I ≤ 1.5 I <sub>н</sub>
6 Полная электрическая мощность (S), ВА	от 0.01I <sub>н</sub> U <sub>н</sub> до 1.5I <sub>н</sub> 1.2U <sub>н</sub>	относительная ±1.0 %* ±2.0 %** ±2.0 %* ±4.0 %**	от 0.1I <sub>н</sub> U <sub>н</sub> до 1.5I <sub>н</sub> 1.2U <sub>н</sub> от 0.05 I <sub>н</sub> U <sub>н</sub> до 0.1 I <sub>н</sub> U <sub>н</sub>
7 Коэффициент мощности (K <sub>p</sub> )	от -1.0 до +1.0	абсолютная ± 0.02* ± 0.04**	от 0.05I <sub>н</sub> U <sub>н</sub> до 1.5I <sub>н</sub> 1.5U <sub>н</sub>
8 Коэффициент искажения синусоидальности тока (K <sub>I</sub> ), %	от 0 до 49.9	абсолютная ±0.05 относительная ±5.0 %	0.1 I <sub>н</sub> ≤ I ≤ 1.5 I <sub>н</sub> K <sub>I</sub> < 1.0 K <sub>I</sub> ≥ 1.0
9 Коэффициент n-ой гармонической составляющей тока, n от 2 до 40 (K <sub>I</sub> (n)), %	от 0 до 49.9	абсолютная ±0.05 относительная ±5.0 %	0.1 I <sub>н</sub> ≤ I ≤ 1.5 I <sub>н</sub> K <sub>I</sub> (n) < 1.0 K <sub>I</sub> (n) ≥ 1.0
10 Ток прямой последовательности (I <sub>1(1)</sub> ), нулевой последовательности (I <sub>0(1)</sub> ) и обратной последовательности (I <sub>2(1)</sub> ), А	от 0 до I <sub>н</sub>	абсолютная ±0.01 I <sub>н</sub> * ±0.02 I <sub>н</sub> **	0.05 I <sub>н</sub> ≤ I ≤ 1.5 I <sub>н</sub>



Измеряемые величины	Диапазоны измерений	Пределы и вид допускаемой основной погрешности измерений	Примечание
11 Активная мощность прямой последовательности ( $P_{1(1)}$ ), нулевой последовательности ( $P_{0(1)}$ ) и обратной последовательности ( $P_{2(1)}$ ), Вт	от $0.01I_n U_n$ до $1.5I_n U_n$	абсолютная $\pm 0.01P_n^*$ $\pm 0.02P_n^{**}$	$0.1 I_n \leq I \leq 1.5 I_n$

\* Для «Энерготестер ПКЭ-06-0.5» с токоизмерительными клещами повышенной точности.

\*\* Для «Энерготестер ПКЭ-06-1.0» с токоизмерительными клещами обычной точности.

Отсутствие знаков \*, \*\* означает, что данное значение действительно для Энерготестера ПКЭ-06 с токоизмерительными клещами как обычной, так и повышенной точности.

Энерготестер ПКЭ обеспечивает индикацию на графическом дисплее результатов измерения:

- значений основных ПКЭ;
- параметров электрической сети со временем их усреднения 3 сек.

Объем индикации измеренных значений напряжения – пять значащих цифр и знак полярности (варианты отображения значений напряжения:  $\pm x.xxxx$ ,  $\pm xx.xxx$ ,  $\pm xxx.xx$ ). Объем индикации измеренных значений тока (только для варианта исполнения «Энерготестер ПКЭ-06») – пять значащих цифр и знак полярности (варианты отображения значений тока:  $\pm x.xxxx$ ,  $\pm xx.xxx$ ,  $\pm xxx.xx$ ,  $\pm xxx.x$ ,  $\pm x.xxxx$  kA). Объем индикации измеренных значений мощности (только для варианта исполнения «Энерготестер ПКЭ-06») – минимум четыре значащие цифры и знак полярности (варианты отображения значений мощности:  $\pm x.xxxx$ ,  $\pm xx.xxx$ ,  $\pm xxx.xx$ ,  $\pm xxx.x$ ,  $\pm x.xxxx$  k).

2.4.3 Дополнительная погрешность хода часов в рабочем диапазоне температур составляет не более  $\pm 0.05$  с/сут\* C<sup>0</sup>.

2.4.4 При несинусоидальной форме сигнала Энерготестер ПКЭ обеспечивает измерения параметров электрической сети и ПКЭ, если амплитудные значения тока (только для варианта исполнения «Энерготестер ПКЭ-06») и напряжения не превышают 150% от номинальных значений поддиапазонов измерений (п. 2.4.1).

2.4.5 Энерготестер ПКЭ обеспечивает расчет и регистрацию статистических данных по ПКЭ: наибольших и наименьших, верхних и нижних значений ПКЭ и количества измерений, попавших в нормально допускаемые пределы (НДП), предельно допускаемые пределы (ПДП) и не попавших в эти пределы за каждые сутки (интервал усреднения для установившегося отклонения напряжения составляет 60 сек., для отклонения частоты 20 сек., для остальных ПКЭ 3 сек.). Глубина регистрации - 512 суток.

Энерготестер ПКЭ обеспечивает расчет и регистрацию параметров электрической сети (см. п. 4.3.3) одновременно с временами усреднения 3 сек., 1 мин. и 30 мин., глубина регистрации, не менее:

- 16 часов при времени усреднения 3 сек.,
- 15 суток при времени усреднения 1 мин. (в т.ч. значений ПКЭ),
- 13 месяцев при времени усреднения 30 мин.

Энерготестер ПКЭ обеспечивает расчет и регистрацию значений и длительности провалов напряжения и перенапряжений с глубиной хранения до 16000 событий.

Энерготестер ПКЭ обеспечивает расчет и регистрацию значений кратковременной дозы фликера при интервале времени измерения 10 мин. с глубиной регистрации 512 суток.

Энерготестер ПКЭ обеспечивает регистрацию данных, поступающих непосредственно с АЦП, с частотой 10 кГц (3 фазы напряжения и 3 фазы тока) - режим осциллографирования, глубина регистрации - 12 мин. (1 час при отсутствии других архивов).

Архивирование результатов измерений производится во внутренней энергонезависимой памяти Энерготестера ПКЭ. Время хранения накопленной информации при выключении питания не ограничено.

Энерготестер ПКЭ обеспечивает обмен данными с ПК по последовательным интерфейсам.

2.4.6 Встроенные часы текущего времени фиксируют время регистрации результатов измерения по всем измеряемым и сохраняемым характеристикам, вносимым в память Энерготестера ПКЭ (его архив). В Энерготестере ПКЭ имеется возможность установки времени и даты. Питание часов осуществляется от встроенной батареи (аккумулятора) со временем непрерывной работы не менее 2-х лет.

2.4.7 В Энерготестере ПКЭ предусмотрена двухуровневая система паролей (пароли из 10 цифр первого и второго уровней), определяющая доступ к соответствующим режимам работы.

2.4.8 Энерготестер ПКЭ выдерживает перегрузку до 600 В по каналам измерения фазного напряжения (среднеквадратичные значения) и до  $2I_n$  А по каналам измерения тока (среднеквадратичные значения) в течение 0,5 сек. (только для варианта исполнения «Энерготестер ПКЭ-06»).

Энерготестер ПКЭ обеспечивает свои метрологические характеристики через 15 мин после снятия перегрузки.

2.4.9 Полная потребляемая мощность по каждому каналу измерения напряжения не превышает 1,0 ВА. Входное сопротивление каждого канала измерения напряжения Энерготестера ПКЭ не менее 0,4 МОм, входная емкость не более 30 пФ.

2.4.10 Энерготестер ПКЭ обеспечивает технические характеристики в соответствии с табл. 2.2, 2.3 по истечении времени установления рабочего режима не более 30 мин.

2.4.11 При отключении Энерготестера ПКЭ вследствие пропадания напряжения питания и полного разряда аккумуляторов Энерготестер ПКЭ будет находиться в отключенном состоянии до момента появления напряжения питания, при этом текущая архивная запись будет закрыта аналогично штатному завершению режима регистрации. При восстановлении питания, если исчезновении напряжения питания произошло во время режима регистрации и привело к отключению Энерготестера ПКЭ, произойдет включение Энерготестера ПКЭ и автоматический переход в режим регистрации с ранее установленными параметрами.

2.4.12 Время непрерывной работы Энерготестера ПКЭ при питании от аккумуляторов (при отсутствии напряжения питающей сети) - не менее 2 ч. (после одного цикла зарядки аккумуляторов).



2.4.13 Полная потребляемая Энерготестером ПКЭ мощность по цепи питания переменного тока не превышает 10 ВА, по цепи питания постоянного тока не превышает 8 ВА при напряжении 12.6 В.

2.4.14 Габаритные размеры Энерготестера ПКЭ (длина, ширина, высота) не более 250x120x80 мм.

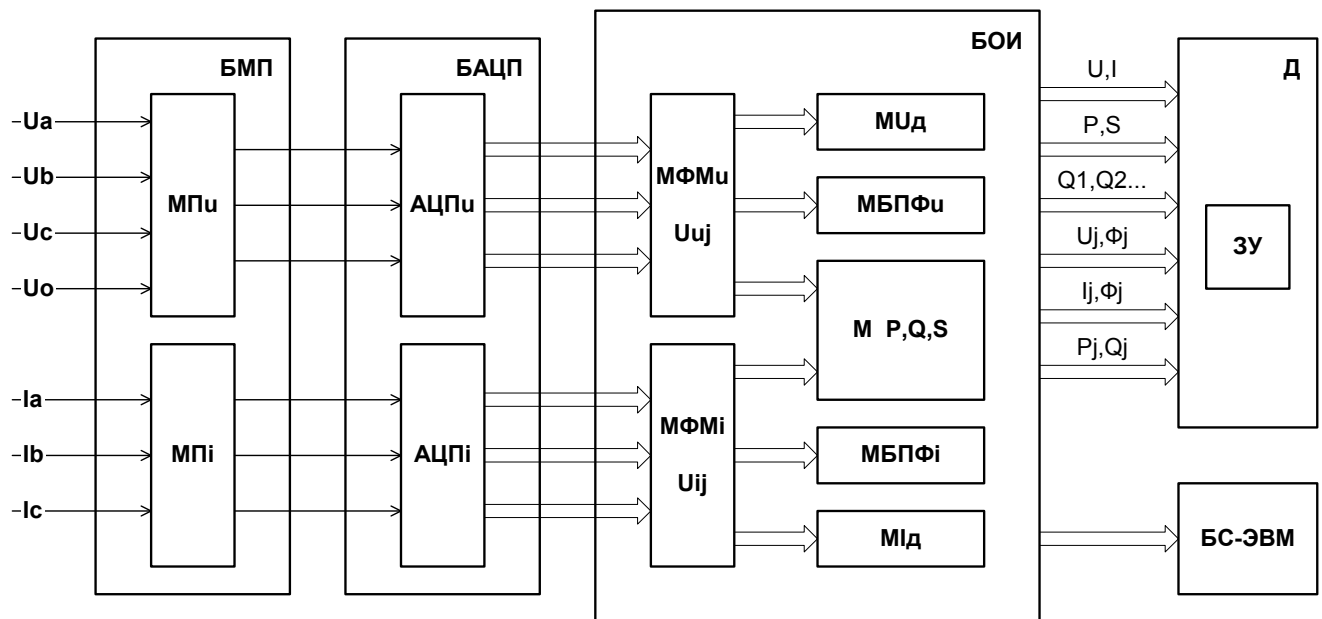
Масса Энерготестера ПКЭ (без аксессуаров) не превышает 1.0 кг.

2.4.15 Среднее время наработки на отказ Энерготестера ПКЭ - не менее 44000 ч.

Средний срок службы Энерготестера ПКЭ - не менее 10 лет.

## 2.5 Устройство и работа

2.5.1 Структурная схема Энерготестера ПКЭ представлена на рисунке 2.1.



БМП – блок масштабных преобразователей напряжения (МПу) и тока (МПи);

БАЦП – блок АЦП напряжения (АЦПу) и тока (АЦПи);

БОИ – блок обработки информации;

МФМу, МФМи – модули формирования массивов мгновенных значений;

МУд, МД – модули вычисления действующих значений;

М Р,Q,S - модуль вычисления активной, реактивной и полной мощностей;

МБПФу, МБПФи – модули быстрого преобразования Фурье;

Д – блок отображения информации (графический дисплей и клавиатура);

ЗУ – запоминающее устройство;

БС-ЭВМ – блок связи с ПК

Рисунок 2.1 Структурная схема Энерготестера ПКЭ

2.5.2 Работа Энерготестера ПКЭ основана на использовании принципа аналого-цифрового преобразования (АЦП) с использованием "метода выборок". В БМП трехфазные напряжения и токи подвергаются масштабному преобразованию до уровня 5В, соответствующего значению диапазона измерения  $U$  и  $I$ . Мгновенные значения сигналов преобразуются в цифровые коды шестью АЦП и передаются в БОИ, где формируются массивы мгновенных значений сигналов напряжения  $U_{ij}$  и тока  $I_{ij}$  ( $j$  – номер выборки). Результаты вычисленных значений измеряемых величин, полученные с помощью программных модулей, отображаются на дисплее Д, сохраняются в памяти и выводятся при необходимости на внешнюю ЭВМ.

Энерготестер ПКЭ одновременно может производить измерения всех параметров цепи переменного тока: ток, напряжение, частота, углы, коэффициенты гармонических составляющих тока и напряжения (с 1-ой по 40-ю), активная, реактивная и полная мощность.



2.5.3. БМП включает в себя токоизмерительные клещи (или измерительные трансформаторы тока – 3 шт.) калиброванные индивидуально с соответствующим измерительным каналом, и три делителя напряжения. Реле БМП управляются командами от платы процессора. Процессор выдает команды потенциалами для переключения входов напряжения. Контроллер выводит текущее значение предела измерения на графический дисплей. Реле служат для переключения пределов входных напряжений для входных преобразователей.

2.5.4 Плата АЦП представляет собой 6 идентичных независимых каналов преобразования входного аналогового сигнала  $\pm 5\text{В}$  в 16-разрядное представление (1 знаковый + 15 значащих бит) мгновенного значения на входе. Канал построен на элементной базе фирмы "Analog Device" и содержит две микросхемы: входной усилитель и собственно АЦП. В качестве входного усилителя используется микросхема AD8675, имеющая малое смещение выходного напряжения, малый температурный дрейф и ультрамалые входные токи, что необходимо для согласования с масштабными преобразователями. Входное сопротивление канала более 50 МОм. Сигнал с выхода усилителя поступает на вход собственно АЦП, в качестве которого используется микросхема AD7656, обеспечивающая полное 16-разрядное преобразование "без потерь кода" и выдающая информацию в последовательном коде процессору по его запросу. Плата измерительная обеспечивает оцифровку уровней напряжений, поданных на измерительные входы и вывод результатов в плату процессоров.

2.5.5 Плата процессора обеспечивает управление работой Энерготестера ПКЭ, проведение расчетов по массивам оцифрованных выборок от измерительной платы, сохранение результатов в энерго-независимой памяти, счет времени, обмен с внешними устройствами (компьютерами), вывод результатов на индикатор, прием команд и данных от клавиатуры. Плата контроллера является центральной платой, отвечающей за работоспособность Энерготестера ПКЭ в целом. Основу контроллера составляют сигнальный процессор производства фирмы "Texas Instr." и ПЛИС-матрица производства фирмы "Altera". Такое решение позволяет гибко и оперативно менять программное обеспечение Энерготестера ПКЭ, не затрагивая его аппаратной части.

Результаты полученных от АЦП данных обрабатываются в соответствии с заложенной программой и отображаются на графическом дисплее. Обсчет производится на основании 4096 измерений АЦП за 0,4 с, т.е. при частоте 50 Гц на один период приходится 200 измерений. Текущие значения рассчитываются каждые 3 с.

2.5.6 Запоминающее устройство служит для хранения данных, полученных в результате измерения.

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

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



## 3 Подготовка Энерготестерf ПКЭ к работе

### 3.1 Эксплуатационные ограничения

Если Энерготестер ПКЭ внесен в помещение после пребывания при температуре окружающей среды ниже минус 5° С, он должен быть выдержан в нормальных условиях (по ГОСТ 22261-94) в выключенном состоянии не менее 4 ч. В случае резкого изменения (перепада) температуры окружающей среды на величину более 10° С необходимо выдержать Энерготестер ПКЭ в рабочих условиях эксплуатации в выключенном состоянии не менее 30 мин.

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

При температуре ниже –10 °С возможно снижение контрастности жидкокристаллического дисплея, не влияющее на технические характеристики Энерготестера ПКЭ.

### 3.2 Распаковывание Энерготестера ПКЭ

После извлечения Энерготестера ПКЭ из упаковки проводят наружный осмотр, убеждаются в отсутствии механических повреждений, проверяют наличие пломб предприятия-изготовителя (при необходимости).

Проверяют комплектность Энерготестера ПКЭ в соответствии с таблицей 2.1.



### 3.3 Подготовка к работе

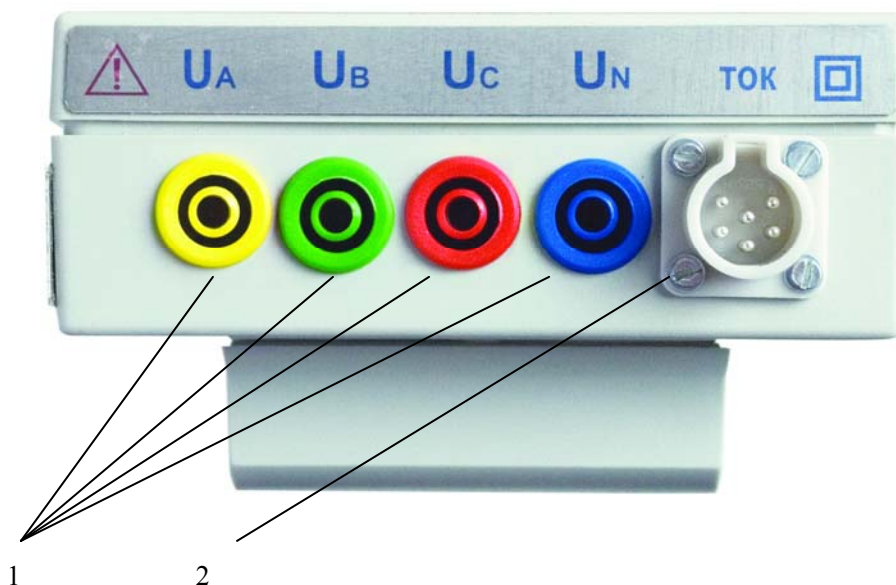
#### 3.3.1 Назначение органов управления и подключения

В таблице 3.1 указано назначение клавиш, расположенных на лицевой панели.

Таблица 3.1

Клавиша	Выполняемая функция
0...9	Ввод цифровых величин.
↓ ↑	Передвижение курсора вверх-вниз по пунктам меню и при вводе цифровых величин.
← ⇒	Передвижение курсора влево-вправо по пунктам меню и при вводе цифровых величин.
‘ENT’	Вход в выбранный пункт меню. Ввод данных. Запуск выбранного режима. Вставка символа в режиме ввода имени.
‘ESC’	"Возврат". Выход из режима. Выход из текущего меню на меню более высокого уровня.
‘F’	Переход в режим установки пределов измерения в меню ‘Настройки’. Переход в/из режима ввода символа при вводе имени объекта (счетчика).
‘.’	Включение/отключение подсветки дисплея.

На рисунке 3.1 представлен вид верхней панели Энерготестера ПКЭ.



1 – клеммы для подключения к фазным напряжениям и нейтрали на номинале 240 В; 2 - соединитель для подключения к первичным преобразователям тока (токовым клещам).

Рисунок 3.1 Верхняя панель Энерготестера ПКЭ

На рисунке 3.2 представлен вид лицевой панели Энерготестера ПКЭ.



1 – клавиатура; 2 – USB разъем для подключения к ПК; 3 – разъем питания; 4 – графический дисплей; 5 – разъем для подключения к фазным напряжениям и нейтрали на номинале 10 В.

Рисунок 3.2 Лицевая и боковая панели Энерготестера ПКЭ



### 3.3.2 Включение/ выключение Энерготестера ПКЭ

**Внимание!** В целях безопасности подключение (отключение) к измеряемым цепям рекомендуется производить при полностью снятом напряжении на них. В противном случае подключение (отключение) к измеряемым цепям должно производиться в соответствии с действующими правилами электробезопасности.

Энерготестер ПКЭ имеет три соединителя  $U_a$ ,  $U_b$ ,  $U_c$  для подключения фазных напряжений и один  $U_N$  для подключения “нейтрали” в цепях напряжения и один соединитель в цепях тока  $I_a$ ,  $I_b$ ,  $I_c$  (только для варианта исполнения «Энерготестер ПКЭ-06»). Цепи тока гальванически развязаны между собой с помощью токоизмерительных клещей. Цепи напряжения выполнены симметрично и имеют общую точку (нейтраль). Токоподводящие кабели должны использоваться только из комплекта поставки. Необходимо следить также за тем, чтобы сами соединения были правильно и надежно закреплены во избежание перегрева мест контакта и возрастания переходного сопротивления.

**Внимание!** Не допускается подключение токоизмерительных клещей к цепям постоянного тока.

**Внимание!** Измерительные зажимы кабелей, а также токоизмерительные клещи должны быть первоначально подсоединены к Энерготестеру ПКЭ, а затем – к токонесущим проводникам измеряемой сети.

**Внимание!** Не допускается образование окисных пленок и грязи в местах разрыва магнитопровода токоизмерительных клещей. Поверхности разрыва магнитопровода должны плотно прилегать друг к другу. Несоблюдение данных требований ведет к ухудшению метрологических характеристик Энерготестера ПКЭ.

В приложениях А и Б к данному руководству приведены различные способы подключения цепей Энерготестера ПКЭ.

Включение Энерготестера ПКЭ производят в следующей последовательности:

- подключить кабель адаптера 12.6 В к соединительному гнезду «12.6 В» Энерготестера ПКЭ (рисунок Б1);
- подключить адаптер к питающей сети с помощью сетевого кабеля,
- включить прибор кнопкой ON.

**Примечание.** Время непрерывной работы Энерготестера ПКЭ при питании от аккумуляторов (при отсутствии напряжения питающей сети), зависит от количества циклов заряда аккумуляторов. При использовании Ni-Mh аккумуляторов емкостью 2700 мА·час. время непрерывной работы Энерготестера ПКЭ составляет не менее 2 часов при 1-ом цикле заряда, длительностью 4,5 часа.

**Внимание!** После первого включения Энерготестера ПКЭ рекомендуется не подключать адаптер питания до полного разряда аккумуляторов (до выключения Энерготестера ПКЭ). После чего следует подключить к Энерготестеру ПКЭ адаптер питания и произвести полную зарядку аккумуляторных батарей (пока не погаснет индикатор “Заряд”).

Через несколько секунд завершаются процедуры самотестирования, инициализации, и Энерготестер ПКЭ переходит в режим первоначальной установки. Во время инициализации проверяется правильность работы составных частей Энерготестера ПКЭ, а также загружаются программы, относящиеся к обработке сигналов и вычислению их параметров (рисунок 3.3).



Рисунок 3.3 Экран загрузки

По окончании загрузки программ на экране Энерготестера ПКЭ появляется запрос пароля (рисунок 4.1.1), после правильного ввода пароля Энерготестер ПКЭ сразу же готов к работе (для обеспечения метрологических характеристик (таблица 2.2) необходимо выдержать Энерготестер ПКЭ в течение не менее 5 мин во включенном состоянии). На экране дисплея индицируются: в верхней строке товарный знак, текущие дата, время, схема подключения и уровень заряда батарей, а в нижней строке: пределы измерений.

Выключение Энерготестера ПКЭ производится нажатием и удерживанием в течении 2 сек кнопки ESC в главном меню прибора.



## 4 Порядок работы

### 4.1 Интерфейс оператора

При включении питания выполняется самотестирование Энерготестера ПКЭ, после загрузки программ на экране Энерготестера ПКЭ появляется запрос пароля (рисунок 4.1.1). В Энерготестере ПКЭ реализована двухуровневая система паролей. В зависимости от того, под паролем какого уровня пользователь вошел в систему, ему будут доступны различные пункты меню `Настройки` (см. п.п. 4.4.6). Пароли первого и второго уровня должны содержать 10 цифр.

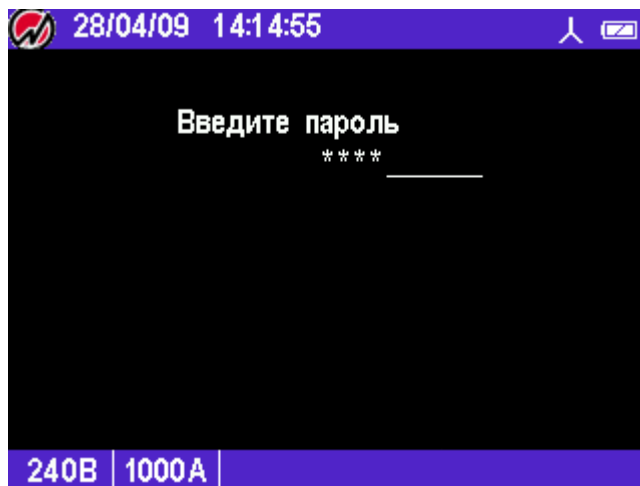


Рисунок 4.1.1 Меню ввода пароля

При заводской поставке в Энерготестере ПКЭ запрограммированы следующие пароли:

- пароль второго уровня – 2222222222;
- пароль первого уровня – 0000000000.

**Примечание.** При пароле первого уровня 00000000 возможен вход в меню Энерготестера ПКЭ нажатием клавиши `ENT` без ввода пароля.

При вводе пароля набираемые цифры отображаются знаком `\*`, для завершения ввода необходимо нажать клавишу `ENT`.

Интерфейс оператора Энерготестера ПКЭ представляет собой набор вложенных меню, перемещение по которым осуществляется с помощью клавиш `ENT`, `ESC`,  $\downarrow$ ,  $\uparrow$ ,  $\leftarrow$ ,  $\rightarrow$ . Расположение и назначение органов управления, индикации и подключения приведены на рисунке 3.2 и в таблице 3.1. Не зависимо от того, в каком из пунктов меню находится Энерготестер ПКЭ, в верхней строке состояния дисплея всегда отображаются: текущие дата, время, схема подключения и уровень заряда батарей (рисунок 4.1.2), а в нижней строке состояния: пределы измерений и текущее состояние регистрации в режиме `Регистрация и ПКЭ` (рисунок 4.1.3) и текущее состояние в режиме `Измерения` -> `Усреднение`.



Рисунок 4.1.2 Верхняя строка состояния Энерготестера ПКЭ



Рисунок 4.1.3 Нижняя строка состояния Энерготестера ПКЭ

Энерготестер ПКЭ может иметь не более шести различные комбинации пределов измерения токов из следующих возможных значений:

- при подключении через токовые клещи К5А, К10А, К50А, К100А, К300А, К500А, К1000А, К3000А, К5000А;
- при подключении через токовые клещи повышенной точности Кв5А, Кв10А, Кв1000А.

Энерготестер ПКЭ имеет два предела измерения напряжений 10В и 240В.

Изменение схемы подключения и пределов измерения возможно через меню `Настройки` (см. п.п. 4.4.2, 4.4.3). Кроме того, оперативное изменение пределов измерения в большинстве случаев возможно с помощью “горячей” клавиши `F`.



После ввода пароля на дисплее Энерготестера ПКЭ отображается Главное меню.

Главное меню состоит из трех пунктов, реализующих различные режимы работы Энерготестера ПКЭ и установку его настроек (рисунок 4.1.4).

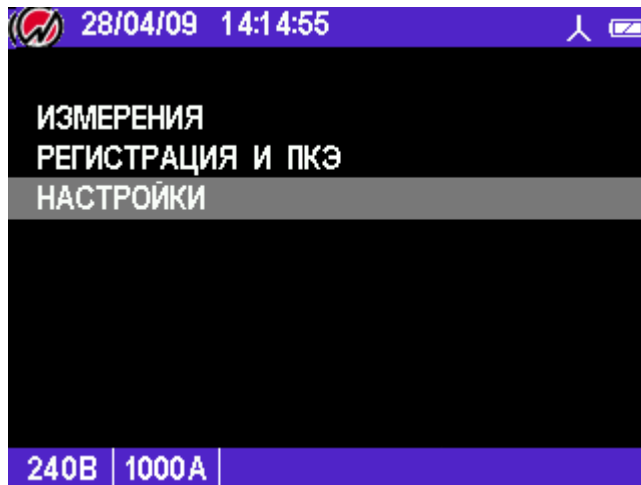


Рисунок 4.1.4 Главное меню Энерготестера ПКЭ

Перемещение по пунктам главного меню осуществляется с помощью клавиш  $\downarrow$ ,  $\uparrow$ . Для входа в выбранный пункт меню необходимо нажать клавишу `ENT`.

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

## 4.2 Измерения

При выборе пункта меню `Измерения`, на дисплее отображается подменю выбора режима измерений (рисунок 4.2.1).

Подменю `Измерения` состоит из шести пунктов, в каждом из которых доступны для наблюдения различные параметры: мощности, напряжения и токи, гармоники, углы. Перемещение по пунктам меню `Измерения` осуществляется с помощью клавиш  $\downarrow$  и  $\uparrow$ . Для входа в выбранный пункт меню и активизации процесса измерений необходимо нажать клавишу `ENT`, для возврата в главное меню - клавишу `ESC`.



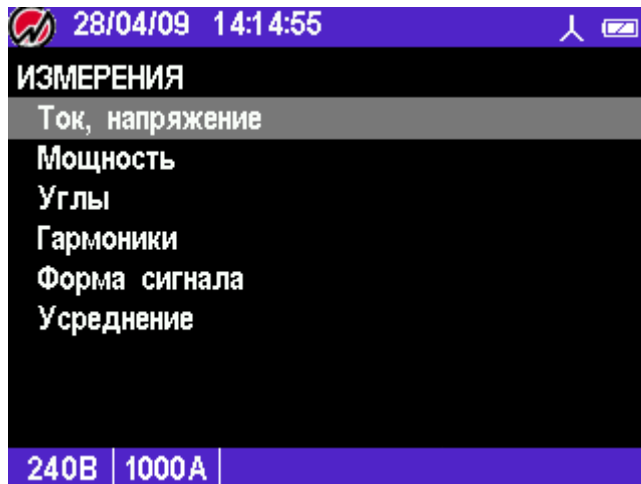


Рисунок 4.2.1 Меню режима измерения

В каждом из пунктов меню `Измерения` (кроме пункта `Форма сигнала`) на экране отображаются текущие значения, рассчитанные в реальном времени. Информация на экране обновляется с частотой 1 раз в 3 сек.



4.2.1 Измерение напряжений и токов

В режиме `Ток, напряжение` для наблюдения доступно два экрана, на которых отображаются измеренные значения токов и напряжений (рисунок 4.2.2) переход между которыми осуществляется по циклу клавишами  $\leftarrow, \rightarrow$ .

Для возврата из режима `Ток, напряжение` в главное меню необходимо нажать клавишу `ESC`.

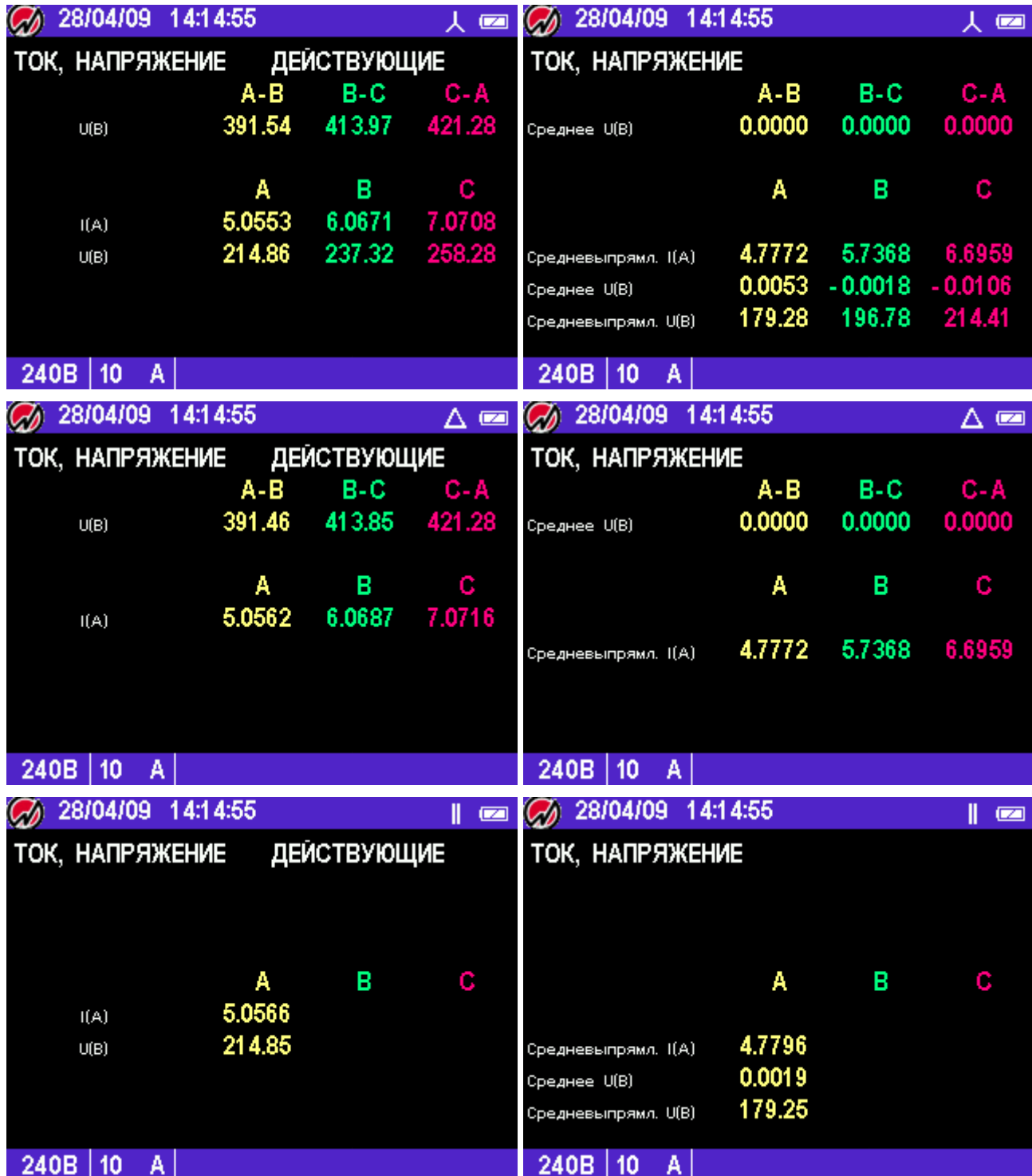


Рисунок 4.2.2 Режим отображения напряжений и токов для различных схем включения

При трехфазной четырехпроводной схеме подключения в режиме `Напряжения и токи` на экране ЖКД отображаются: измеренные действующие фазные и межфазные значения напряжений и токов,

средневыпрямленные значения фазных напряжений и токов, средние (постоянная составляющая) значения фазных напряжений.

При трехфазной трехпроводной схеме подключения в режиме `Напряжения и токи` на экране ЖКД отображаются: измеренные действующие фазные значения токов и действующие межфазные значения напряжений, средневыпрямленные значения фазных токов.

При однофазной двухпроводной схеме подключения в режиме `Напряжения и токи` на экране ЖКД отображаются: измеренные действующие значения напряжения и тока, средневыпрямленные значения напряжения и тока, средние (постоянная составляющая  $U_{DC}$ ) значения напряжения.

При отсутствии переменной составляющей напряжения среднее (постоянная составляющая  $U_{DC}$ ) значение напряжения соответствует подаваемому постоянному напряжению.

**Примечание.** С физической точки зрения действующие (среднеквадратичные) значения напряжения и тока связаны с мощностью, выделяемой в активной нагрузке (например, в лампе накаливания, кипятильнике и т.п.)

$$P = U_o I_o = U_o^2 / R = I_o^2 R, \text{ где}$$

$U_o, I_o$  - действующие (среднеквадратичные) значения напряжения и тока,

$P$  - мощность (активная), выделяемая в активной нагрузке,

$R$  - активное сопротивление нагрузки.

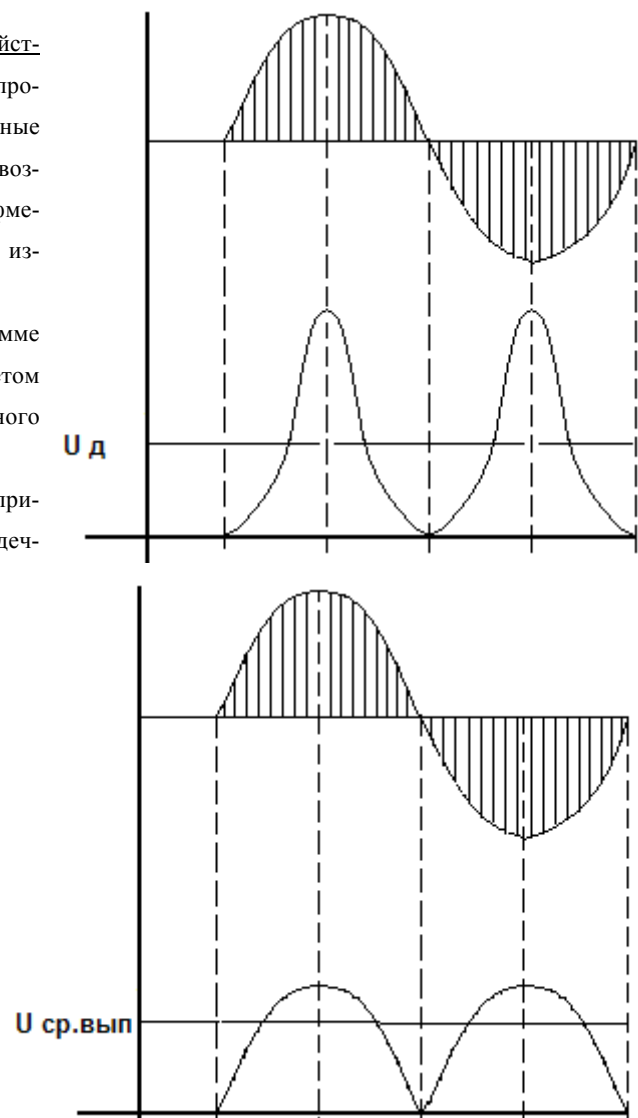
В Энерготестер ПКЭ алгоритм вычисления действующего значения напряжения (тока) можно упрощенно представить следующим образом: мгновенные значения напряжения (тока), измеренные АЦП, возводятся в квадрат, затем вычисляется среднеарифметическое значение полученного сигнала и из нее извлекается квадратный корень.

Среднее значение напряжения (тока) равно сумме мгновенных значений напряжения (тока) с учетом знака, т.е. постоянной составляющей измеренного сигнала.

Некоторые реальные физические величины (например, сила, с которой электромагнит втягивает сердечник) пропорциональны средневыпрямленному значению напряжения (тока). В Энерготестере ПКЭ алгоритм вычисления средневыпрямленного значения напряжения (тока) можно упрощенно представить следующим образом: все мгновенные значения напряжения (тока), измеренные АЦП, считаются положительными (знак не учитывается), а затем вычисляется среднеарифметическое значение полученного сигнала.

Для постоянного напряжения (тока) все три величины равны между собой.

Для чисто синусоидального сигнала среднее значение равно нулю, а средневыпрямленное и действующее связаны постоянным коэффициентом.





Для несинусоидального сигнала все три вида напряжения (тока) могут отличаться друг от друга.

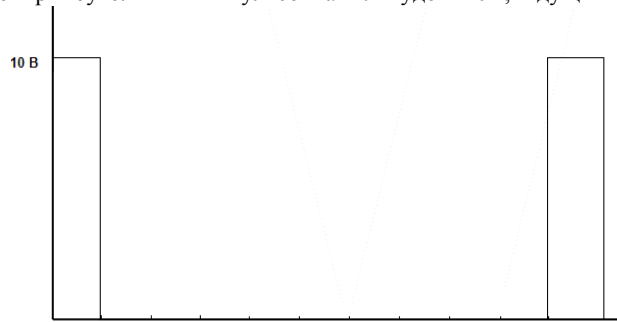
Например, рассмотрим сигнал напряжения в виде прямоугольных импульсов амплитудой 10В, идущих со скважностью 10.

Действующее значение

$$U_{\delta} = \sqrt{(10B)^2 / 10} \approx 3,33B$$

Среднее и среднев्यпрямленное значения

$$U_{cp} = U_{срв} = (10B) / 10 = 1B$$



Если подать это напряжение на резистор

сопротивлением 1 Ом, то выделится мощность  $P = U_{\delta} I_{\delta} = 3,33 * 3,33 = 10Bm$ .

Существует целый ряд приборов, которые измеряют среднев्यпрямленное значение напряжения (тока), но проградуированы в действующем значении (например, приборы магнитоэлектрической и электромагнитной системы). Необходимо помнить, что они показывают правильное значение напряжения (тока) только в случае чисто синусоидального сигнала (при несинусоидальной форме сигнала действующее значение измеряется приборами электродинамической системы).

**Внимание!** Строка, отображающая средние значения токов, является технологической (входные токовые клещи не пропускают постоянную составляющую).

4.2.2 Измерение мощности

В режиме `Мощность` доступны для наблюдения три экрана: `Мощность активная` (рисунок 4.2.3), `Мощность реактивная` (рисунок 4.2.4), `Мощность полная` (рисунок 4.2.5), переход между которыми осуществляется по циклу клавишами  $\leftarrow, \rightarrow$ .

Для возврата из режима `Мощность` в главное меню необходимо нажать клавишу `ESC`.

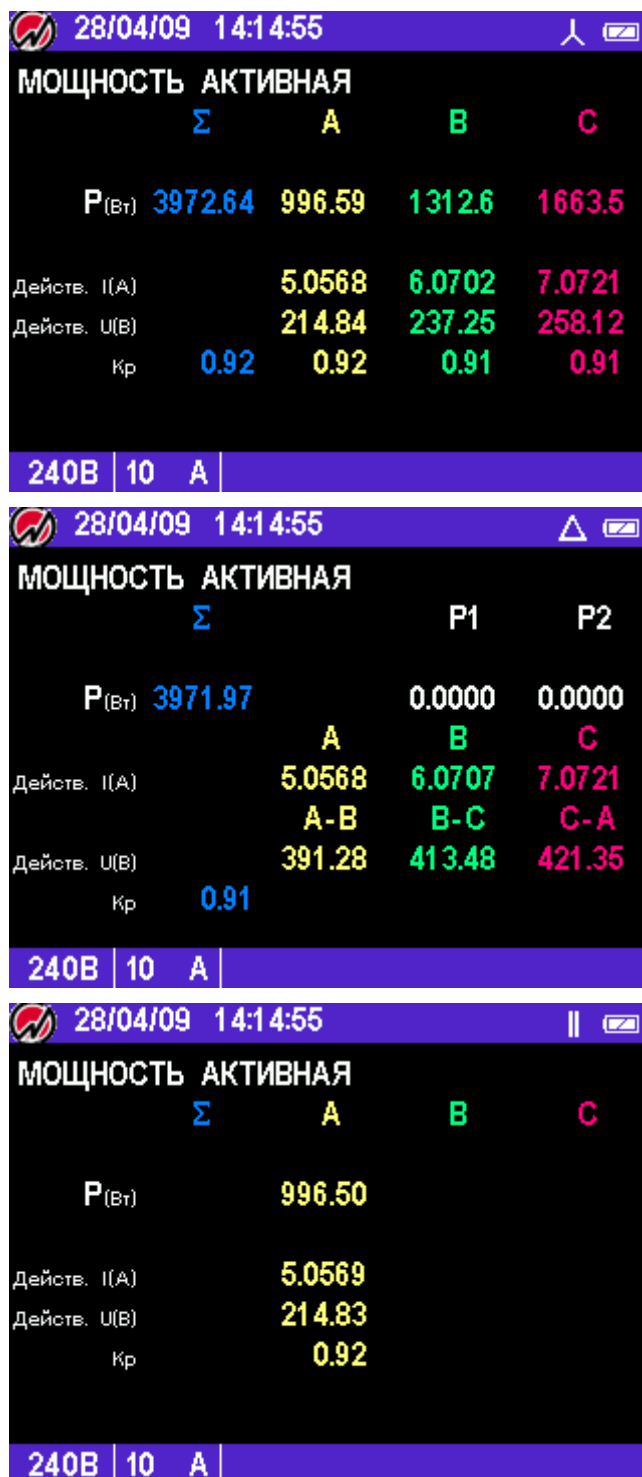


Рисунок 4.2.3 Режим отображения активной мощности для различных схем включения



Рисунок 4.2.4 Режим отображения реактивной мощности для различных схем включения



Рисунок 4.2.5 Режим отображения полной мощности для различных схем включения

При трехфазной четырехпроводной схеме подключения в режиме 'Мощность' на экране ЖКД отображаются: измеренные по каждой фазе и суммарные значения активной, полной и реактивной мощности (значения реактивной мощности рассчитываются по трем различным формулам):



- активная  $P$ ,
- полная  $S$ ,
- реактивная  $Q = \sqrt{S^2 - P^2}$  - геометрический метод,  
 $Q = UI \sin \varphi$  - метод сдвига,  
 $Q = UI \cos(\varphi + 90)$  - метод перекрестного включения.

Кроме различных типов мощности так же отображаются: коэффициент мощности по каждой фазе и действующие значения тока и напряжения по каждой фазе.

При трехфазной трехпроводной схеме подключения в режиме 'Мощность' на экране отображаются: суммарные значения активной, полной и реактивной мощности (значения реактивной мощности рассчитываются по трем различными формулам):

- активная  $P$ ,
- полная  $S$ ,
- реактивная  $Q = \sqrt{S^2 - P^2}$  - геометрический метод,  
 $Q = UI \sin \varphi$  - метод сдвига,  
 $Q = UI \cos(\varphi + 90)$  - метод перекрестного включения.

Кроме суммарных значений различных типов мощности так же отображаются: суммарный коэффициент мощности, действующие значения фазных токов, действующие значения межфазных напряжений. Так же отображаются два слагаемых активной мощности и три слагаемых реактивной мощности, рассчитанной методом перекрестного включения.

При однофазной двухпроводной схеме подключения в режиме 'Мощность' на экране ЖКД отображаются значения активной, полной и реактивной мощности (значения реактивной мощности рассчитываются по двум различными формулам):

- активная  $P$ ,
- полная  $S$ ,
- реактивная  $Q = \sqrt{S^2 - P^2}$  - геометрический метод,  
 $Q = UI \sin \varphi$  - метод сдвига.

Кроме различных типов мощности так же отображаются: коэффициент мощности и действующие значения тока и напряжения.



**Примечание.** При измерении реактивной мощности методом сдвига, мгновенные значения напряжения перемножаются с мгновенными значениями тока, сдвинутыми на  $90^\circ$ . При измерении реактивной мощности методом перекрестного включения, мгновенные значения фазных токов умножаются на мгновенные значения линейных напряжений.

Необходимо отметить, что в симметричной системе, при отсутствии нелинейных искажений все три реактивные мощности совпадают между собой. При нарушении симметрии системы векторов напряжений ( $U_{AB} \neq U_{BC} \neq U_{CA}$ ) реактивная мощность, измеренная по методу перекрестного включения, сильно отличается от первых двух. При наличии нелинейных искажений в цепях тока и напряжения реактивная мощность, измеренная по геометрическому методу, отличается от двух других. Таким образом, в реальных условиях все три реактивные мощности отличаются друг от друга.

Обычно в энергосистемах используются счетчики реактивной энергии одного типа (в России, как правило, реализующие метод перекрестного включения в трехфазных сетях и метод сдвига в однофазных).

**Внимание!** При действующих значениях токов и напряжений менее 1% от номинала реактивная мощность методом сдвига не рассчитывается (отображаются нулевые значения).

**Примечание.** Для чисто синусоидального сигнала активная, реактивная и полная мощности рассчитываются по формулам:

$$P = U_{\partial} I_{\partial} \cos \varphi,$$

$$Q = U_{\partial} I_{\partial} \sin \varphi,$$

$$S = U_{\partial} I_{\partial}, \text{ где}$$

$U_{\partial}, I_{\partial}$  - действующие (среднеквадратичные) значения напряжения и тока,

$\varphi$  - угол сдвига между током и напряжением.

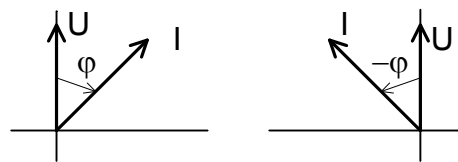
Коэффициент мощности  $K_p = P/S$

Для чисто синусоидального сигнала  $K_p = P/S = \frac{U_{\partial} I_{\partial} \cos \varphi}{U_{\partial} I_{\partial}} = \cos \varphi$ .

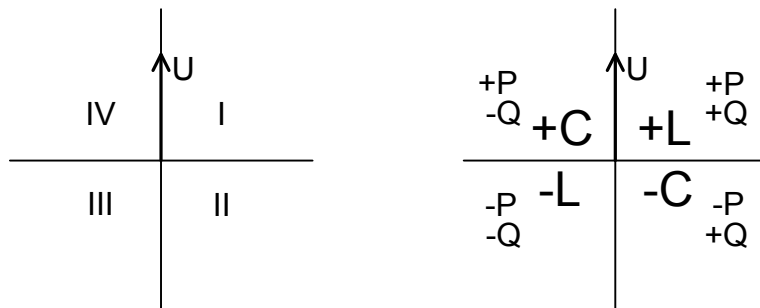
Коэффициент мощности может принимать значения от 1 до  $-1$  и обычно пишется с буквой L или C, которые показывают характер нагрузки (например, 0.52L, 0.83C, -0.92C). Хотя он обычно связан с углом сдвига между током и напряжением, возможна ситуация (например, при больших искажениях в цепи тока), когда  $K_p < 1$  при нулевом угле сдвига фазы между током и напряжением  $\varphi = 0$  ( $\cos \varphi = 1$ ). Чем больше отличие формы кривой тока и напряжения от чистого синуса, тем больше  $K_p$  отличается от  $\cos \varphi$ .



Характер нагрузки может быть индуктивным и емкостным. При положительном угле между током и напряжением (ток отстает от напряжения) характер нагрузки индуктивный. При отрицательном угле между током и напряжением (ток опережает напряжение) характер нагрузки емкостной.



Вектор тока может находиться в одном из четырех квадрантов:



Квадрант	Диапазон значений			Характер нагрузки
	Угол между током и напряжением	Активная мощность	Реактивная мощность	
Первый	от $0^\circ$ до $90^\circ$	от $U_\partial I_\partial$ до 0	от 0 до $U_\partial I_\partial$	индуктивный
Второй	от $90^\circ$ до $180^\circ$	от 0 до $-U_\partial I_\partial$	от $U_\partial I_\partial$ до 0	отрицательный емкостной
Третий	от $180^\circ$ до $270^\circ$ (от $-180^\circ$ до $-90^\circ$ )	от $-U_\partial I_\partial$ до 0	от 0 до $-U_\partial I_\partial$	отрицательный индуктивный
Четвертый	от $270^\circ$ до $360^\circ$ (от $-90^\circ$ до $0^\circ$ )	от 0 до $U_\partial I_\partial$	от $-U_\partial I_\partial$ до 0	емкостной

Положительная активная мощность (энергия) соответствует режиму потребления, отрицательная – генерации. Положительная реактивная мощность (энергия) соответствует индуктивной нагрузке при потреблении и емкостной при генерации, отрицательная – емкостной нагрузке при потреблении и индуктивной при генерации.

**Примечание.** При измерении полной мощности нагрузки измерительного трансформатора тока используется  $U_H=10В$ .

## 4.2.3 Измерение углов

В режиме `Углы` на экране отображаются: измеренные значения углов между напряжениями первой гармоники и между напряжением и током первой гармоники. В левой части дисплея отображаются цифровые значения углов в градусах, а в правой части - векторная диаграмма (рисунок 4.2.6), на которой длинные вектора соответствуют напряжению, а короткие - току.

Для проверки правильности чередования фаз при трехфазной четырехпроводной схеме включения убедитесь, что значения углов  $U_{A(1)} \wedge U_{B(1)}$ ,  $U_{B(1)} \wedge U_{C(1)}$ ,  $U_{C(1)} \wedge U_{A(1)}$  положительны (чередование по часовой стрелке).

Для возврата из режима `Углы` в главное меню необходимо нажать клавишу `ESC`.

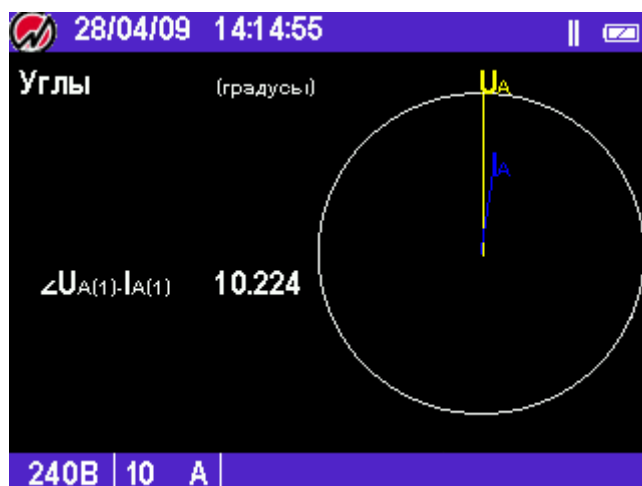
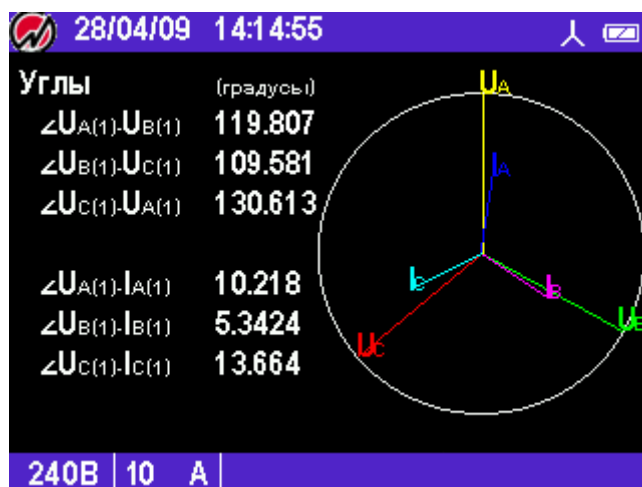


Рисунок 4.2.6 Режим отображения угловых сдвигов для различных схем включения

При трехфазных схемах подключения в режиме `Углы` на экране ЖКД отображаются: измеренные значения углов между фазными напряжениями первой гармоники и между напряжением и током первой гармоники каждой фазы.

При однофазной двухпроводной схеме подключения в режиме `Углы` на экране ЖКД отображается измеренное значение угла между напряжением и током первой гармоники.



**Внимание!** При действующих значениях токов и напряжений менее 1% от номинала параметры, отображаемые в режиме `Углы`, не рассчитываются (отображаются значения углов между напряжениями  $\sim 90^\circ$  и значения углов между напряжениями и токами  $\sim -90^\circ$ ).

4.2.4 Измерение гармоник

В режиме `Гармоники` на экране ЖКД отображаются (рисунки 4.2.7, 4.2.8) измеренные значения:

- действующие значения первых гармоник напряжения и тока,
- коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения и тока,
- частоты первой гармоники,
- коэффициентов гармоник напряжения с 1 по 40,
- коэффициентов гармоник тока с 1 по 40.

Для возврата из режима `Гармоники` в главное меню необходимо нажать клавишу `ESC`.





28/04/09 14:14:55

$U_{(1)} = 199.278V$   $F = 50.000Гц$   $K_U = 40.27\%$

коэффициенты гармоник, %

Order	Coefficient (%)	Order	Coefficient (%)	Order	Coefficient (%)	Order	Coefficient (%)
1	100.0	9	00.23	17	00.07	25	00.03
2	39.07	10	11.22	18	00.41	26	00.21
3	00.26	11	00.13	19	00.05	27	00.02
4	08.78	12	00.88	20	00.33	28	00.19
5	00.57	13	00.11	21	00.04	29	00.01
6	03.30	14	00.65	22	00.29	30	00.17
7	00.27	15	00.07	23	00.04	31	00.00
8	01.88	16	00.51	24	00.21	32	00.15
						33	00.00
						34	00.13
						35	00.00
						36	00.11
						37	00.00
						38	00.12
						39	00.00
						40	00.11

240V | 10 A

Рисунок 4.2.7 Режим отображения гармонических составляющих напряжения для различных схем включения

28/04/09 14:14:55

$I_{в(1)} = 6.0038A$   $F = 50.000Гц$   $K_{ИВ} = 14.88\%$

коэффициенты гармоник, %

Order	Coefficient (%)	Order	Coefficient (%)	Order	Coefficient (%)	Order	Coefficient (%)
1	100.0	9	01.59	17	00.46	25	00.20
2	00.07	10	00.00	18	00.00	26	00.00
3	13.56	11	01.07	19	00.36	27	00.00
4	00.03	12	00.00	20	00.00	28	00.00
5	05.06	13	00.77	21	00.29	29	00.00
6	00.02	14	00.00	22	00.00	30	00.00
7	02.61	15	00.58	23	00.25	31	00.00
8	00.00	16	00.00	24	00.00	32	00.00
						33	00.00
						34	00.00
						35	00.00
						36	00.00
						37	00.00
						38	00.00
						39	00.00
						40	00.00

240V | 10 A

28/04/09 14:14:55

$I_{с(1)} = 6.9850A$   $F = 50.000Гц$   $K_{ИС} = 15.69\%$

коэффициенты гармоник, %

Order	Coefficient (%)	Order	Coefficient (%)	Order	Coefficient (%)	Order	Coefficient (%)
1	100.0	9	01.62	17	00.46	25	00.20
2	00.03	10	00.00	18	00.00	26	00.00
3	14.39	11	01.08	19	00.36	27	00.00
4	00.00	12	00.00	20	00.00	28	00.00
5	05.19	13	00.78	21	00.29	29	00.00
6	00.00	14	00.00	22	00.00	30	00.00
7	02.65	15	00.58	23	00.25	31	00.00
8	00.00	16	00.00	24	00.00	32	00.00
						33	00.00
						34	00.00
						35	00.00
						36	00.00
						37	00.00
						38	00.00
						39	00.00
						40	00.00

240V | 10 A

коэффициенты		гармоник, %				Kt = 14.75%	
1	100.0	9	01.60	17	00.46	25	00.22
2	00.03	10	00.00	18	00.00	26	00.00
3	13.42	11	01.08	19	00.37	27	00.01
4	00.00	12	00.00	20	00.00	28	00.00
5	05.04	13	00.77	21	00.30	29	00.00
6	00.00	14	00.00	22	00.00	30	00.00
7	02.62	15	00.58	23	00.26	31	00.00
8	00.00	16	00.00	24	00.00	32	00.00
33	00.00	34	00.00	35	00.00	36	00.00
37	00.00	38	00.00	39	00.00	40	00.00

240V | 10 A

Рисунок 4.2.8 Режим отображения гармонических составляющих тока для различных схем включения

При трехфазной четырехпроводной схеме подключения в режиме `Гармоники` доступны для наблюдения шесть экранов, отдельно для напряжений и токов по каждой фазе. Переход между экранами осуществляется по циклу клавишами  $\leftarrow$ ,  $\rightarrow$ .

При трехфазной трехпроводной схеме подключения в режиме `Гармоники` доступны для наблюдения шесть экранов, отдельно для трех межфазных напряжений и трех фазных токов. Переход между экранами осуществляется по циклу клавишами  $\leftarrow$ ,  $\rightarrow$ .

При однофазной двухпроводной схеме подключения в режиме `Гармоники` доступны для наблюдения два экрана, отдельно для напряжения и тока. Переход между экранами осуществляется по циклу клавишами  $\leftarrow$ ,  $\rightarrow$ .

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



## 4.2.5 Форма сигнала

В режиме `Форма сигнала` на экране ЖКД отображаются формы фазных сигналов напряжений и токов (рисунок 4.2.9). При входе в данный режим отображается только форма сигнала напряжения фазы А. При нажатии клавиш `1`, `2`, `3`, `4`, `5`, `6` происходит отображение/скрытие форм сигналов  $U_a$ ,  $U_b$ ,  $U_c$ ,  $I_a$ ,  $I_b$ ,  $I_c$  соответственно. Кроме форм сигналов в данном режиме в правой части экрана показываются действующие значения отображаемых сигналов.

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

Для возврата из режима `Форма сигнала` необходимо нажать клавишу `ESC`.



Рисунок 4.2.9 Режим отображения формы сигнала

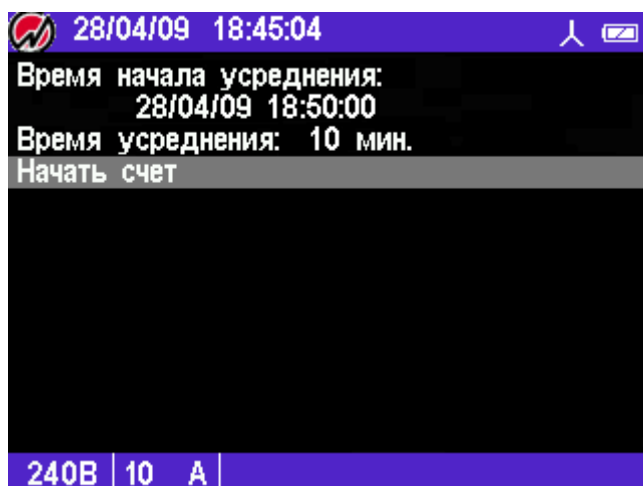


#### 4.2.5 Усреднение

В режиме `Усреднение` на экране ЖКД отображаются действующие значения напряжений и токов с заданным временем усреднения (рисунок 4.2.11). При входе в данный режим отображается окно задания параметров усреднения: время усреднения и время начала усреднения (рисунок 4.2.10). Перемещение по пунктам задания параметров осуществляется с помощью клавиш  $\downarrow$  и  $\uparrow$ . Для изменения выбранного параметра необходимо нажать клавишу `ENT` и ввести требуемое значение, после окончания ввода для принятия нового значения необходимо нажать клавишу `ENT`, для отмены введенного значения - клавишу `ESC`.

Для запуска режима `Усреднение` необходимо выбрать пункт `Начать счет` и нажать клавишу `ENT`, при этом пункт `Начать счет` изменится на `Закончить счет` (рисунок 4.2.10). Расчет и отображение усредняемых параметров начнется, когда текущее время Энерготестера ПКЭ превысит заданное время начала усреднения, при этом в правом нижнем углу ЖКД появится сообщение `ИДЕТ УСРЕДНЕНИЕ`.

Время усреднения может быть задано с дискретностью 1 минута.



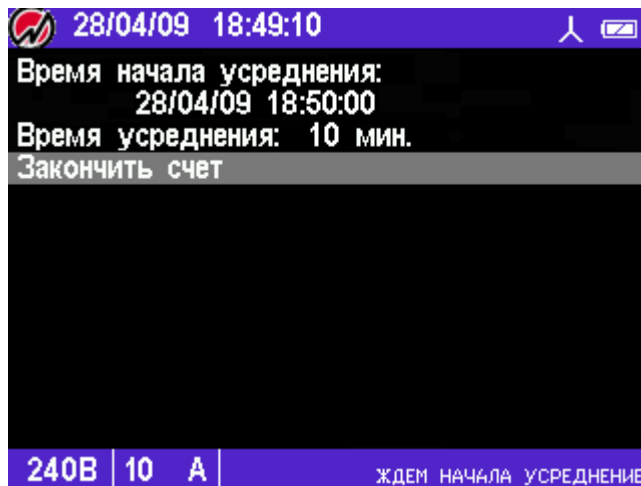


Рисунок 4.2.10 Режим задания времени усреднения

Для отображения на экране ЖКД действующих значения напряжений и токов с заданным временем усреднения (рисунок 4.2.11) необходимо нажать клавишу  $\leftarrow$  или  $\rightarrow$ . Переход между экранами задания времени усреднения и отображения усредненных значений осуществляется по циклу клавишами  $\leftarrow$ ,  $\rightarrow$ .

Заполнение бегущей строки на экране отображения усредненных значений, соответствующей времени усреднения, происходит с дискретностью 1 минута.





Рисунок 4.2.11 Режим отображения усредненных значений

Для возврата из режима `Усреднение` необходимо нажать клавишу `ESC`.

**Примечание.** Данный режим используется для измерения с помощью двух Энерготестеров ПКЭ по аттестованной методике падения напряжения в линии соединения измерительного трансформатора и счетчика электроэнергии по аттестованной методике.



### 4.3 Регистрация

#### 4.3.1 Введение

**Внимание!** При постановке на регистрацию рекомендуется удалить все хранящиеся в памяти Энерготестера ПКЭ архивы, проведя форматирование всей памяти (см п. 4.4.9 `Память`).

Процессы измерения и просмотра ПКЭ, а так же записи измеренных ПКЭ и усредненных значений параметров электрической сети в энергонезависимую память (режим архивирования) активируются с помощью выбора пункта `Регистрация и ПКЭ` главного меню, при этом на дисплее отображается подменю регистрации и показателей качества электроэнергии (рисунок 4.3.1).

Подменю `Регистрация и ПКЭ` состоит из следующих пунктов:

- текущие значения показателей качества электроэнергии,
- регистрация ПКЭ и усредненных значений параметров электрической сети,
- номинальные значения напряжения и частоты (по умолчанию установлены значения  $U_{ном.фаз.} = 219,4 \text{ В}$ ,  $U_{ном. лин.} = 380 \text{ В}$  и  $F_{ном} = 50 \text{ Гц}$ ),
- тип уставок (по умолчанию установлены значения нормально допускаемых и предельно допускаемых значений ПКЭ в соответствии с ГОСТ 13109-97 для электрических сетей с напряжением 0,38 кВ).

Перемещение по пунктам меню `Регистрация и ПКЭ` осуществляется с помощью клавиш  $\downarrow$  и  $\uparrow$ . Для входа в выбранный пункт меню необходимо нажать клавишу `ENT`, для возврата в главное меню - клавишу `ESC`. При возврате в главное меню (в случае если идет регистрация) регистрация будет закончена, перед этим будет выдан запрос на подтверждение окончания регистрации.

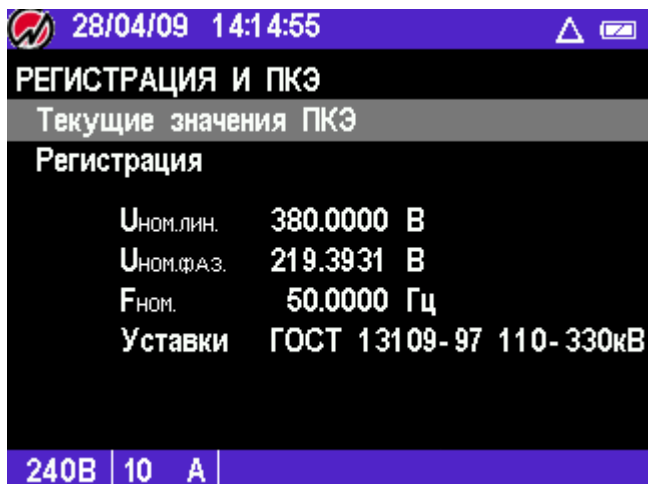


Рисунок 4.3.1 Меню режима регистрации и ПКЭ

На экране кроме пунктов, по которым возможно перемещение, в нижней строке отображается текущий режим регистрации:

- ждем начало регистрации - это сообщение индицируется, если Энерготестер ПКЭ запрограммирован на начало регистрации с определенного времени, и если еще не началась очередная минута текущего времени,

- идет регистрация - это сообщение индицируется, если Энерготестер ПКЭ выполняет регистрацию.

При необходимости изменения значений каких-либо параметров, необходимо с помощью клавиш  $\Downarrow$  и  $\Uparrow$  подвести указатель к данному параметру и нажать клавишу `ENT`, после чего произойдет переход в окно, где возможно редактирование его значения.

Вход в режим редактирования значений параметров регистрации возможен только в режиме отсутствия регистрации и ожидания начала регистрации.

При включении Энерготестера ПКЭ под паролем 2-го уровня доступны для редактирования значения всех вышеперечисленных параметров, при включении под паролем 1-го уровня, номинальные значения напряжения и частоты и тип уставок недоступны для редактирования.

При повторном включении Энерготестера ПКЭ, по умолчанию применяются значения перечисленных параметров, установленные при предыдущей регистрации.

Для изменения номинальных значений напряжения и частоты необходимо подвести курсор к соответствующему параметру и нажать клавишу `ENT`. С помощью цифровой клавиатуры и клавиш  $\Leftarrow$ ,  $\Rightarrow$  ввести нужные номинальные значения. Для ввода нового значения необходимо нажать клавишу `ENT`, для отказа от ввода набранного значения необходимо нажать клавишу `ESC`. При изменении номинального значения фазного или межфазного напряжения второе автоматически пересчитывается.

Для выбора типа уставок, в соответствии с которыми будут производиться измерения и расчет ПКЭ, необходимо подвести курсор к данному пункту и нажать клавишу `ENT`. В открывшемся окне (рисунок 4.3.2) возможен выбор одного из четырех типов уставок по ГОСТ 13109-97 в соответствии с номинальным напряжением в точке присоединения к электрической сети, либо одного из двух вариантов пользовательских уставок. Все шесть типов уставок хранятся в памяти Энерготестера ПКЭ в двух вариантах: для однофазных (трехфазных четырех проводных сетей) и трехфазных трех проводных сетей. Выбор соответствующего варианта происходит автоматически в зависимости от схемы подключения Энерготестера ПКЭ к сети (см. п. 4.4.2). По умолчанию все типы пользовательских уставок соответствуют ГОСТ 13109-97 для сетей 0,38 кВ. Выбор типа уставок осуществляется с помощью клавиш  $\Downarrow$  и  $\Uparrow$ . Для ввода нового типа уставок необходимо нажать клавишу `ENT`, для отказа от изменения типа уставок необходимо нажать клавишу `ESC`. После любого из этих действий произойдет переход в окно режима `Регистрация ПКЭ`. Изменение значений нормально допускаемых и предельно допускаемых значений ПКЭ пользовательских уставок возможно с ПК (программа Энергомониторинг Электросетей), либо через меню `Настройки` -> `Коррекция уставок` (см. п. 4.4.6). Изменение уставок по ГОСТ 13109-97 недоступно. При присоединении к электрической сети с номинальным напряжением 6-20 кВ, 35 кВ или 110-330 кВ через измерительные трансформаторы и выборе значений уставок по ГОСТ 13109-97 для соответствующего типа сети, номинальное напряжение в Энерготестере ПКЭ необходимо установить в соответствии со значением напряжения на вторичных обмотках измерительных трансформаторов. В дальнейшем, при передаче архива на ПК с помощью ПО «Энергомониторинг электросетей», необходимо будет ввести на ПК параметры использованных измерительных трансформаторов, для того чтобы все значения измеренных параметров электросети были пересчитаны с учетом коэффициентов трансформации (более подробно см. 'Программа «Энергомониторинг электросетей» версия 5.1 и выше программного комплекса «Энергомониторинг». Руководство пользователя')

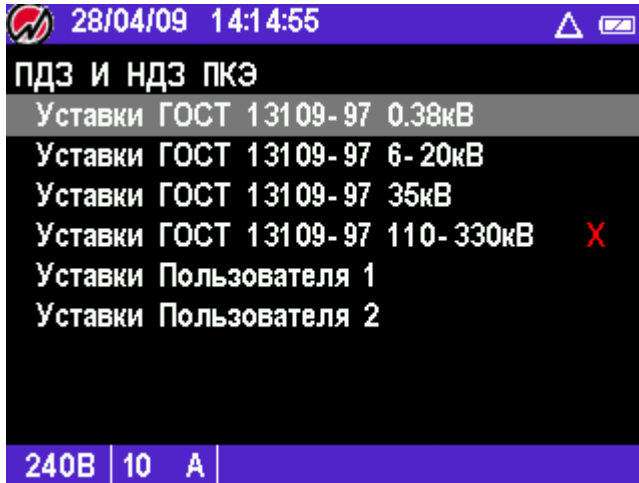


Рисунок 4.3.2 Меню выбора типа уставок

### 4.3.2 Регистрация

При входе в режим `Регистрация` на экране ЖКД отображаются (рисунок 4.3.3):

- имя объекта, на котором будет производиться регистрация ПКЭ,
- дата и время начала и окончания регистрации (по умолчанию дата и время начала устанавливаются равными текущими значениям, а дата и время окончания - на месяц больше),
- время начала первого временного диапазона режима наибольших нагрузок (время окончания первого временного диапазона режима наименьших нагрузок),
- время окончания первого временного диапазона режима наибольших нагрузок (время начала первого временного диапазона режима наименьших нагрузок),
- время начала второго временного диапазона режима наибольших нагрузок (время окончания второго временного диапазона режима наименьших нагрузок),
- время окончания второго временного диапазона режима наибольших нагрузок (время начала второго временного диапазона режима наименьших нагрузок),
- запрос на начало регистрации.

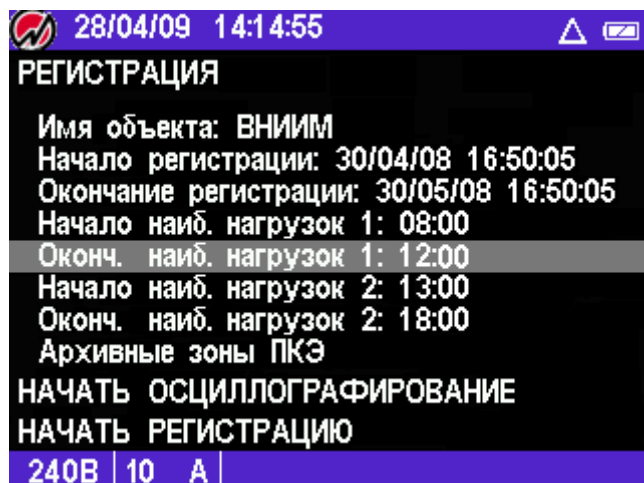


Рисунок 4.3.3 Запрос на подтверждение начала регистрации ПКЭ

При необходимости изменения значений каких-либо параметров, необходимо с помощью клавиш  $\downarrow$  и  $\uparrow$  подвести указатель к данному параметру и нажать клавишу `ENT`, после чего произойдет переход в окно, где возможно редактирование его значения. Вход в режим редактирования значений параметров регистрации возможен только в режиме `нет регистрации`.

При подтверждении начала регистрации происходит измерение и расчет ПКЭ в соответствии с выбранным типом уставок и сохранение их в архиве, а так же измерение и расчет параметров электрической сети с временем усреднения 3 сек., 1 мин. и 30 мин (в архивах в процессе регистрации сохраняются усредненные значения параметров одновременно по всем трем усреднениям). Расчет ПКЭ производится по формулам, приведенным в ГОСТ 13109-97. Начать регистрацию можно либо с текущего момента (регистрация начнется с момента времени кратного выбранному времени усреднения), при этом в нижней строке появится сообщение `идет регистрация`, либо с заранее установленных даты и времени, при этом в нижней строке появится сообщение `ждем начало регистрации`, которая сменится



сообщением `идет регистрация` при достижении заданного времени начала регистрации. При достижении времени окончания регистрации в нижней строке появляется сообщение `нет регистрации`.

Для начала регистрации необходимо подвести указатель к пункту `НАЧАТЬ РЕГИСТРАЦИЮ` и нажать клавишу `ENT`, при этом текст `НАЧАТЬ РЕГИСТРАЦИЮ` изменится на `ЗАКОНЧИТЬ РЕГИСТРАЦИЮ`. При необходимости можно остановить процесс регистрации ПКЭ до достижения времени окончания регистрации. Для этого необходимо подвести указатель к пункту `ЗАКОНЧИТЬ РЕГИСТРАЦИЮ` и нажать клавишу `ENT`.

Возврат в меню `Регистрация и ПКЭ` осуществляется клавишей `ESC`. Значения всех ПКЭ, измеряемых в текущий момент, можно наблюдать во время регистрации, во время ожидания начала регистрации и не проводя регистрации. Для этого необходимо, находясь в пункте меню `Регистрация и ПКЭ`, активизировать подпункт `Текущие значения ПКЭ`.

При входе в режим регистрации время начала регистрации по умолчанию устанавливается равным текущему времени, а время окончания - через месяц после начала. Для изменения этих значений необходимо подвести курсор к строке с соответствующим временем и нажать клавишу `ENT`.

Для ввода имени объекта необходимо подвести курсор к пункту `Имя объекта`, нажать клавишу `ENT`, при этом отобразится список имен объектов (рисунок 4.3.4), который может быть заранее загружен с ПК. Для выбора имени объекта необходимо подвести курсор к требуемому имени и нажать клавишу `ENT`, при этом откроется окно ввода (рисунок 4.3.5).

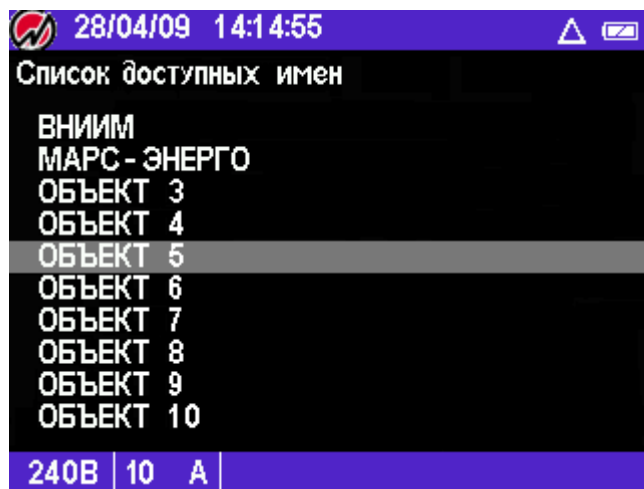


Рисунок 4.3.4 Окно выбора имени объекта



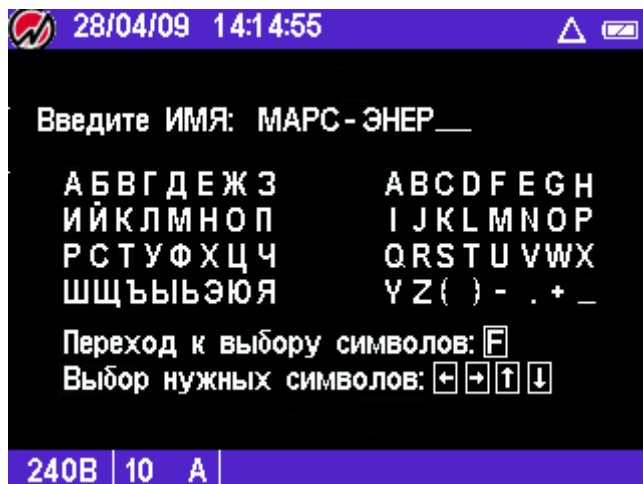


Рисунок 4.3.5 Окно ввода имени объекта

В случае если выбранное имя не требуется изменять, необходимо нажать клавишу `ENT` или `ESC`, при этом произойдет возврат в режим `Регистрация` (рисунок 4.3.3) с выбранным именем объекта. При необходимости пользователь может ввести оригинальное имя объекта. Ввод символов осуществляется путем подведения курсора с помощью клавиш  $\leftarrow$ ,  $\rightarrow$  к позиции имени, в которую требуется вставить символ, после чего необходимо перейти в поле выбора символа, нажав клавишу `F`. Выбор нужного символа осуществляется с помощью клавиш  $\downarrow$ ,  $\uparrow$ ,  $\leftarrow$ ,  $\rightarrow$ . Вставка выбранного символа происходит при нажатии клавиши `ENT`, при этом курсор в поле имени передвигается в следующую позицию. Ввод цифровых символов производится с помощью соответствующих цифровых клавиш на клавиатуре. Для исправления ошибочно введенного символа необходимо вернуться в поле имени повторным нажатием клавиши `F` и повторить описанные выше действия. По окончании ввода имени необходимо нажать клавишу `ENT`, для отказа от набранного имени необходимо нажать клавишу `ESC`. После любого из этих действий произойдет переход в окно режима `Регистрация`.

В энергонезависимой памяти Энерготестера ПКЭ существует 512 архивных зон ПКЭ, в которые происходит сохранение статистических данных о ПКЭ: количества измерений ПКЭ, попавших в нормально допускаемые пределы (НДП), предельно допускаемые пределы (ПДП) и не попавших в эти пределы в течение суток (при этом интервал усреднения одного измерения для установившегося отклонения напряжения составляет 60 сек., для отклонения частоты 20 сек., для остальных ПКЭ 3 сек.). В каждой архивной зоне хранится архив за одни сутки. Смена архивных зон происходит автоматически по циклу при каждой новой архивации. Если в течение одних суток создается несколько архивов, то каждый новый архив автоматически записывается в новую архивную зону. Если Энерготестер ПКЭ поставлен на архивацию на несколько суток, смена архивной зоны происходит автоматически при наступлении очередных суток.

Войдя в режим 'Архивные зоны ПКЭ' пользователь может посмотреть степень заполненности архивных зон ПКЭ, одна ячейка соответствует одной архивной зоне (зеленый цвет – архивная зона не заполнена, красный – заполнена).

Энерготестер ПКЭ позволяет сохранять значения показателей энергопотребления одновременно с различным временем усреднения: 3 сек., 1 мин. и 30 мин. (см. п. 4.3.3).



При постановке Энерготестера ПКЭ на регистрацию пользователь может задать времена начала и окончания режимов наибольших и наименьших нагрузок, при этом расчет значений установившегося отклонения напряжения будет вестись отдельно в режимах наибольших и наименьших нагрузок, а так же в суточном режиме. В случае, если значение времени начала и окончания режима наибольших (наименьших) нагрузок равны, расчет значений установившегося отклонения напряжения будет вестись только в суточном режиме. В случае необходимости изменения этих значений необходимо подвести курсор к строке с соответствующим временем и нажать клавишу `ENT`, при этом откроется окно, в котором можно изменить значение времени начала (окончания) режима наибольших (наименьших) нагрузок. Значения времени начала (окончания) режима наибольших (наименьших) нагрузок может быть задано в диапазоне от 00:00 до 23:30 с дискретностью в 30 минут.

При отключении Энерготестера ПКЭ вследствие пропадания напряжения питания и полного разряда аккумуляторов Энерготестер ПКЭ будет находиться в отключенном состоянии до момента появления напряжения питания, при этом текущая архивная запись будет закрыта аналогично штатному завершению режима регистрации. При восстановлении питания произойдет включение Энерготестера ПКЭ и автоматический переход в режим регистрации с ранее установленными параметрами (в случае если текущее время не превысило заданное время окончания режима регистрации). При этом в памяти Энерготестера ПКЭ будет создана новая архивная запись, а для записи информации о ПКЭ произойдет автоматический переход к очередной зоне (аналогично выходу и повторном входу в режим регистрации).

#### 4.3.3 Формат архивов

Сохраняемая в архиве информация разделена на три независимых блока:

- усредненные значения ПКЭ и параметров электрической сети,
- информация о ПКЭ,
- информация о провалах и перенапряжениях.

При постановке Энерготестера ПКЭ на архивирование, информация сохраняется независимо во всех трех блоках.

#### **Информация о ПКЭ**

Информация о ПКЭ за период наблюдений. Сохраняются суточные архивы за последние 512 суток. Данная информация необходима для принятия решения о соответствии или несоответствии КЭ требованиям ГОСТ. Информация о ПКЭ сохраняется в следующем формате:

- тип и значения уставок,
- схема подключения (3-ф. 4-пр., 3-ф. 3-пр., 1-ф. 2-пр.),
- номинальные значения напряжения и частоты,
- дата и время начала и окончания периода наблюдений,
- имя объекта,

- время начала режима наибольших нагрузок (время окончания режима наименьших нагрузок),
- время окончания режима наибольших нагрузок (время начала режима наименьших нагрузок),
- значения каждого из ПКЭ в виде:
  - количество измерений, попавших в интервал НДЗ,
  - количество измерений, попавших в интервал ПДЗ,
  - количество измерений, вышедших за пределы ПДЗ,
  - наибольшее (наименьшее) значение за период наблюдения,
  - верхнее (нижнее) значение ПКЭ за период наблюдения.

Данная информация сохраняется по следующим ПКЭ (усреднение значений каждого параметра производится за 3 секунды за исключением  $\delta U_y$  - 1 минута и  $\Delta f$  - 20 сек):

- отклонение частоты  $\Delta f$ ,
- установившиеся отклонение напряжения фазные (междуфазные) и прямой последовательности в режимах суточных  $\delta U_y$ , наибольших  $\delta U_y^I$  и наименьших  $\delta U_y^{II}$  нагрузок,
- коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения  $K_U$  по каждой фазе,
- коэффициенты несимметрии напряжения по обратной  $K_{2U}$  и нулевой  $K_{0U}$  последовательности,
- коэффициенты гармонических составляющих напряжения  $K_{U(n)}$  со 2 по 40 гармонику по каждой фазе.
- статистическая информация о провалах и перенапряжениях за сутки:
  - количество провалов напряжения за сутки по каждой фазе отдельно и по трехфазной системе в целом  $N$ ,
  - суммарное время провалов напряжения за сутки по каждой фазе отдельно и по трехфазной системе в целом  $T_{сум.}$ ,
  - длительность самого длинного провала за сутки  $T_{max}$ ,
  - глубина самого длинного провала  $\delta U$ ,
  - глубина самого глубокого провала за сутки  $\delta U_{max}$ ,
  - длительность самого глубокого провала  $T$ ,
  - количество перенапряжений за сутки по каждой фазе отдельно и по трехфазной системе в целом  $N$ ,
  - суммарное время перенапряжений за сутки по каждой фазе отдельно и по трехфазной системе в целом  $T_{сум.}$ ,
  - длительность самого длинного за сутки перенапряжения  $T_{max}$ ,
  - коэффициент перегрузки самого длинного перенапряжения  $K_{пер.У}$ ,



- коэффициент перегрузки самого большого за сутки перенапряжения  $K_{пер.У max}$ ,
  - длительность самого большого перенапряжения  $T$ .
- значения дозы фликера  $P_{st}$  (усреднение 10 мин и 2 часа) за сутки по каждой фазе.

Информация о ПКЭ, сохраняемая в архиве, доступна для просмотра только на ПК, так же на ПК, основываясь на значениях массивов кратковременной дозы фликера, производится расчет длительной дозы фликера  $P_{fl}$ . На основании данной информации на ПК возможно автоматическое создание отчетов о ПКЭ.

Информация о ПКЭ хранится в 512-ти зонах энергонезависимой памяти, переход к очередной зоне происходит автоматически, если продолжительность архивирования превышает 24 часа, а так же при выходе и повторном входе в режим архивирования (даже если продолжительность архивирования не превышала 24 часа). Переход от одной зоны ПКЭ к следующей происходит последовательно циклически, после 512-ой зоны произойдет переход к 1-ой зоне и т.д., при этом ранее сохраненная в ней информация будет затерта новыми данными.

### Усредненные значения ПКЭ и параметров электрической сети

В архиве сохраняются значения измеряемых ПКЭ и параметров электрической сети с временами усреднения (3 сек., 1 мин. и 30 мин.). В архиве сохраняется информация по следующим параметрам:

- действующие значения переменного напряжения фазные и межфазные,
- действующие значения напряжений первых гармоник фазные и межфазные,
- действующие значения переменного тока,
- действующие значения фазных токов первых гармоник,
- углы между фазными напряжениями первых гармоник,
- углы между фазными напряжениями и токами первых гармоник,
- активная, реактивная (рассчитанная различными методами) и полная мощность по каждой фазе и суммарная,
- коэффициенты мощности по каждой фазе и суммарный,
- частота переменного тока,
- отклонение частоты,
- установившееся отклонение фазных (межфазных) напряжении и напряжения прямой последовательности,
- коэффициенты несимметрии напряжений по нулевой и обратной последовательностям,
- коэффициент искажения синусоидальности тока и напряжения по каждой фазе,
- токи прямой, обратной и нулевой последовательностей,
- напряжения прямой, обратной и нулевой последовательностей,
- активная мощность прямой, обратной и нулевой последовательностей,
- фазовый угол между напряжением и током прямой, обратной и нулевой последовательностей,
- уровень гармоник со 2 по 40 напряжений и токов по каждой фазе,
- активная электрическая мощность n-ой гармоники n от 1 до 40,
- фазовый угол между фазным напряжением и током n-ой гармоники n от 2 до 40.

Информация об усредненных значениях ПКЭ и параметров электрической сети, сохраняемая в архиве, доступна для просмотра только на ПК, где можно оценить динамику изменения измеренных параметров за весь период наблюдения.

Информация об усредненных значениях ПКЭ и параметров электрической сети хранится в энергонезависимой памяти, организованной в виде кольцевого буфера. Одна запись включает в себя значения всех значений за один интервал усреднения. Переход от одной записи к следующей происходит автоматически по кольцу, после того как буфер будет полностью заполнен новые значения будут записываться на место самых старых, затирая их.

Объем энергонезависимой памяти, предназначенной для архивов усредненных значений ПКЭ и параметров электрической сети, позволяет хранить одновременно данные объемом:

- 16 часов при времени усреднения 3 сек.,
- 15 суток при времени усреднения 1 мин. (в т.ч. значений ПКЭ),
- 13 месяцев при времени усреднения 30 мин.

**Примечание.** Например, через 16 суток регистрации в памяти Энерготестера ПКЭ будут содержаться:

- усредненные за 3 сек. параметры за последние 16 часов регистрации,
- усредненные за 1 мин параметры за последние 15 суток регистрации,
- усредненные за 30 мин параметры за последние 16 суток регистрации.

На основании данной информации на ПК возможно автоматическое создание отчетов, для дальнейшего детального анализа.



### Информация о провалах и перенапряжениях

В данном архиве сохраняется детальная информация о каждом провале и перенапряжении в следующем формате:

- тип события: провал или перенапряжение;
- фаза, по которой произошло событие: А, В, С;
- время начала события;
- время окончания события;
- длительность события;
- глубина провала или коэффициент перенапряжения.
- служебная информация

Информация о провалах и перенапряжениях, сохраняемая в архиве, доступна для просмотра только на ПК.

Информация о провалах и перенапряжениях хранится в энергонезависимой памяти, организованной в виде кольцевого буфера, объемом 16000 записей. Переход от одной записи к следующей происходит автоматически по кольцу, после того как буфер будет полностью заполнен новые значения будут записываться на место самых старых, затирая их.

## 4.3.4 Текущие значения ПКЭ

В режиме `Текущие значения ПКЭ` доступны для наблюдения значения всех ПКЭ, измеряемых Энерготестером ПКЭ, которые разбиты несколько окон экранов (рисунки 4.3.6 - 4.3.9), переход между которыми осуществляется по циклу клавишами  $\leftarrow, \rightarrow$ .

Для возврата из режима `Текущие значения ПКЭ` в главное меню необходимо нажать клавишу `ESC`.

Текущие значения ПКЭ, измеряемых Энерготестером ПКЭ параметров, можно наблюдать как во время регистрации, так и не проводя регистрации.

Текущие значения ПКЭ, измеряемых Энерготестером ПКЭ параметров, обновляются на дисплее со временем равным времени усреднения конкретного параметра:

- $U_y, U_{A(1)}$  и  $\delta U$  - 1 минута,
- $\Delta f$  - 20 секунд,
- остальные параметры 3 секунды.





Рисунок 4.3.6 Окно отображения установившегося отклонения напряжения, коэффициентов несимметрии напряжения и отклонения частоты для различных схем включения







Рисунок 4.3.7 Окно отображения токов и мощностей прямой, обратной и нулевой последовательности для различных схем включения





Рисунок 4.3.8 Окна отображения коэффициентов искажения синусоидальности и гармонических составляющих напряжений и токов для различных схем включения

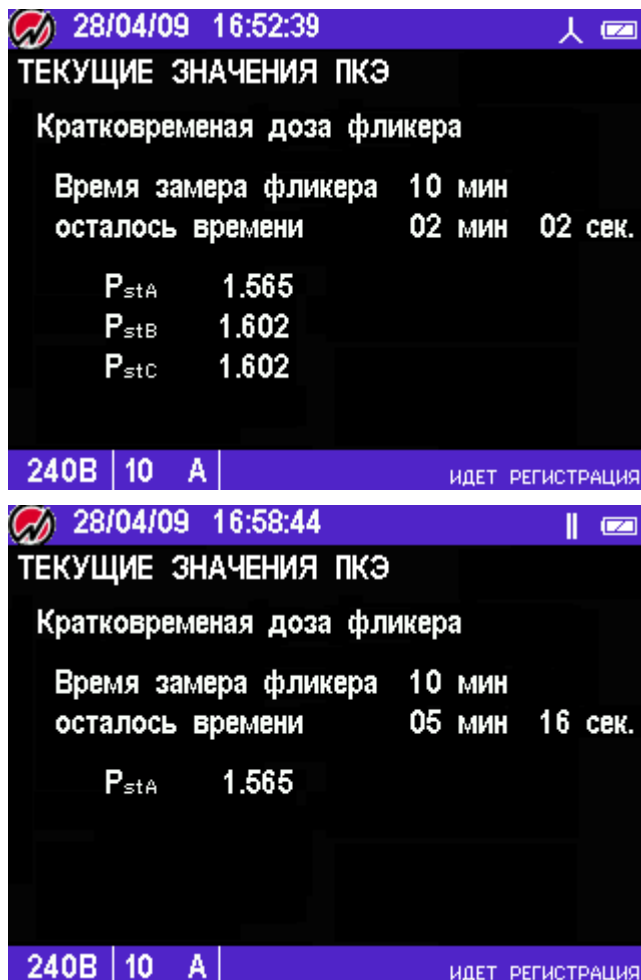


Рисунок 4.3.9 Окно отображения кратковременной дозы фликера для трехфазной четырехпроводной и однофазной двухпроводной схеме включения

Перемещение по этим окнам осуществляется по циклу клавишами  $\leftarrow$ ,  $\rightarrow$  Ниже приведен перечень окон с доступными для наблюдения измеряемыми параметрами ПКЭ.

**При трехфазной четырехпроводной схеме подключения:**

## “первое окно”

- напряжения первой гармоники прямой  $U_u$ , обратной  $U_{2(1)}$  и нулевой  $U_{0(1)}$  последовательностей;
- установившееся отклонение напряжения прямой последовательности  $\delta U_u$  и установившиеся отклонение фазных напряжений  $\delta U_{YA}$ ,  $\delta U_{YB}$ ,  $\delta U_{YC}$ ;
- коэффициент несимметрии напряжения по обратной последовательности  $K_{2U}$ ;
- коэффициент несимметрии напряжения по нулевой последовательности  $K_{0U}$ ;
- отклонение частоты  $\Delta f$ ;
- действующие значения первых гармоник фазных и межфазных напряжений.

## “второе окно”

- напряжения первой гармоники прямой  $U_u$ , обратной  $U_{2(1)}$  и нулевой  $U_{0(1)}$  последовательностей;
- ток первой гармоники прямой последовательности  $I_{1(1)}$ ;
- ток первой гармоники обратной последовательности  $I_{2(1)}$ ;
- ток первой гармоники нулевой последовательности  $I_{0(1)}$ ;
- действующие значения первых гармоник фазных токов;
- активная мощность прямой  $P_1$ , обратной  $P_2$  и нулевой  $P_0$  последовательности;
- фазные углы между первыми гармониками напряжения и тока прямой  $\varphi_{1UI}$ , обратной  $\varphi_{2UI}$  и нулевой  $\varphi_{0UI}$  последовательности,
- действующие значения первых гармоник фазных токов.

## “третье окно”

- коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения по каждой фазе  $K_{UA}$ ,  $K_{UB}$ ,  $K_{UC}$ ;
- коэффициенты гармонических составляющих напряжения по каждой фазе  $K_{UA(n)}$ ,  $K_{UB(n)}$ ,  $K_{UC(n)}$  для  $n$  от 2 до 40;

## “четвертое окно”

- коэффициент искажения синусоидальности кривой тока по каждой фазе  $K_{IA}$ ,  $K_{IB}$ ,  $K_{IC}$ ;
- коэффициенты гармонических составляющих тока по каждой фазе  $K_{IA(n)}$ ,  $K_{IB(n)}$ ,  $K_{IC(n)}$  для  $n$  от 2 до 40.

## “пятое окно”

- кратковременная доза фликера  $P_{st}$  по каждой фазе.

**При трехфазной трехпроводной схеме подключения:**



“первое окно”

- напряжения первой гармоники прямой  $U_y$  и обратной  $U_{2(1)}$  последовательностей;
- установившееся отклонение напряжения прямой последовательности  $\delta U_y$  и установившиеся отклонение межфазных напряжений  $\delta U_{YAB}$ ,  $\delta U_{YBC}$ ,  $\delta U_{YCA}$ ;
- коэффициент несимметрии напряжения по обратной последовательности  $K_{2U}$ ;
- отклонение частоты  $\Delta f$ ;
- действующие значения первых гармоник межфазных напряжений.

“второе окно”

- напряжения первой гармоники прямой  $U_y$  и обратной  $U_{2(1)}$  последовательностей;
- ток первой гармоники прямой последовательности  $I_{1(1)}$ ;
- ток первой гармоники обратной последовательности  $I_{2(1)}$ ;
- действующие значения первых гармоник фазных токов;
- активная мощность прямой  $P_1$  и обратной  $P_2$  последовательности;
- фазные углы между первыми гармониками напряжения и тока прямой  $\varphi_{1UI}$  и обратной  $\varphi_{2UI}$  последовательности,
- действующие значения первых гармоник фазных токов.

“третье окно”

- коэффициент искажения синусоидальности кривой межфазных напряжений  $K_{UAB}$ ,  $K_{UBC}$ ,  $K_{UCA}$ ;
- коэффициенты гармонических составляющих межфазных напряжений  $K_{UAB(n)}$ ,  $K_{UBC(n)}$ ,  $K_{UCA(n)}$  для  $n$  от 2 до 40;

“четвертое окно”

- коэффициент искажения синусоидальности кривой тока по каждой фазе  $K_{IA}$ ,  $K_{IB}$ ,  $K_{IC}$ ;
- коэффициенты гармонических составляющих тока по каждой фазе  $K_{IA(n)}$ ,  $K_{IB(n)}$ ,  $K_{IC(n)}$  для  $n$  от 2 до 40.

Кратковременная доза фликера  $P_{st}$  для трехфазной трехпроводной схемы подключения не измеряется.

**При однофазной двухпроводной схеме подключения:**

“первое окно”

- напряжения первой гармоники прямой  $U_y$  последовательности (действующие значения первой гармоники напряжения);
- установившееся отклонение напряжения  $\delta U_y$  ( $\delta U_{YA}$ );

- отклонение частоты  $\Delta f$ .

“второе окно”

- напряжения первой гармоники прямой последовательности  $U_y$ ;
- ток первой гармоники прямой последовательности  $I_{1(1)}$  (действующие значения первой гармоники тока);
- активная мощность прямой последовательности  $P_1$ ;
- фазный угол между первыми гармониками напряжения и тока прямой последовательности  $\varphi_{1U}$ ,
- действующее значение первой гармоники фазного тока.

“третье окно”

- коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения  $K_U$ ;
- коэффициенты гармонических составляющих напряжения  $K_{U(n)}$  для  $n$  от 2 до 40.

“четвертое окно”

- коэффициент искажения синусоидальности кривой тока  $K_I$ ;
- коэффициенты гармонических составляющих тока  $K_{I(n)}$  для  $n$  от 2 до 40.

“пятое окно”

- кратковременная доза фликера  $P_{st}$ .

В окнах с коэффициентами гармоник с помощью клавиш  $\Downarrow$ ,  $\Uparrow$  реализована вертикальная прокрутка.

Значения кратковременной дозы фликера определены только для трехфазной четырехпроводной и однофазной двухпроводной схем подключения.

В окнах кратковременной дозы фликера кроме самих значений кратковременной дозы фликера  $P_{st}$  так же отображаются:

- интервал времени измерения кратковременной дозы фликера 10 мин;
- время оставшееся до окончания очередного замера кратковременной дозы фликера;
- значения кратковременной дозы фликера, обновление значений происходит по окончании очередного интервала времени измерения каждые 10 минут.

Процедура измерения и расчета кратковременной дозы фликера запускается при входе в режим `Регистрация и ПКЭ` и прекращается при выходе из режима `Регистрация и ПКЭ`. Первое значение кратковременной дозы фликера появляется через время равное интервалу времени измерения плюс 2 минуты, в дальнейшем обновление значений кратковременной дозы фликера происходит через время равное интервалу времени измерения.

Возврат из любого окна просмотра в окно `Регистрация и ПКЭ` осуществляется клавишей `ESC`.



## 4.4 Настройки

### 4.4.1 Уровни доступа

Доступ к пунктам меню `Настройки` (рисунок 4.4.1) зависит от того, какой пароль был введен при включении Энерготестера ПКЭ. При включении Энерготестера ПКЭ с паролем 1-го уровня доступно 6 пунктов меню:

- схема подключения,
- установка пределов,
- подсветка дисплея,
- язык,
- включение/отключение интерфейса Bluetooth,
- смена паролей.

При включении Энерготестера ПКЭ с паролем 2-го уровня доступно дополнительно еще 3 пункта меню:

- коррекция уставок,
- часы,
- память.

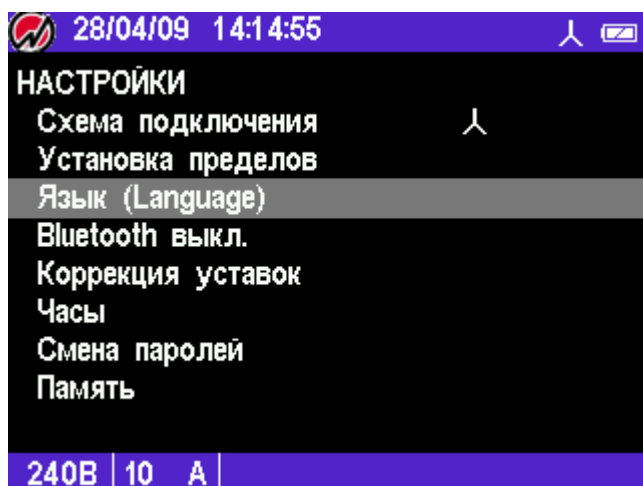


Рисунок 4.4.1 Меню режима настройки

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

#### 4.4.2 Схема подключения

Режим ‘Схема подключения’ (рисунок 4.4.2) необходим при начальном включении Энерготестера ПКЭ, а также в случае изменения схемы подключения Энерготестера ПКЭ без его выключения. Энерготестер ПКЭ позволяет производить измерения в электросетях трех типов: трехфазной четырехпроводной, трехфазной трехпроводной и однофазной двухпроводной. Различные варианты подключения Энерготестера ПКЭ к электросетям показаны в приложении Б.

Выбор типа схемы подключения необходим для всех дальнейших вычислений.

Текущая схема подключения постоянно отображаются в верхней служебной строке дисплея (правый угол).

**Примечание.** При варианте подключения к трехфазной трехпроводной сети Энерготестер ПКЭ может работать в одном из двух вариантов подключения к токовым цепям:

- Энерготестер ПКЭ подключается непосредственно к трем токовым цепям фазных токов А, В и С;
- Энерготестер ПКЭ подключается только к двум токовым цепям фазных токов А и С, значение тока фазы В восстанавливается программно.

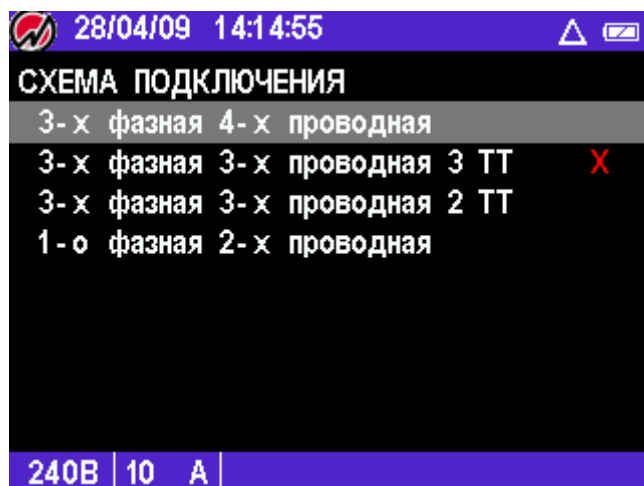


Рисунок 4.4.2 Меню выбора схемы подключения Энерготестера ПКЭ

Схемы подключения Энерготестера ПКЭ к измеряемой сети представлены в приложениях А и Б.



#### 4.4.3 Установка пределов

Выбор данного пункта меню настроек возможен как через систему вложенных меню, так и из любого режима работы Энерготестера ПКЭ, не связанного с измерениями, с помощью “быстрой” клавиши ‘F’.

При включении Энерготестера ПКЭ предел по напряжению устанавливается автоматически, а по току устанавливается наибольший из возможных пределов измерения. В режиме ‘Установка пределов’ предоставляется возможность выбора пределов измерения напряжений и токов (рисунок 4.4.3). Для напряжений можно выбрать один из двух вариантов: 10 В, 240 В. Для токов – один из шести вариантов (в зависимости от комплектации Энерготестера ПКЭ): токоизмерительные клещи К5А, К10А, К50А, К100А, К300А, К500А, К1000А, К3000А, К5000А; токоизмерительные клещи повышенной точности Кв5А, Кв10А, Кв1000А. Выбор нужного значения осуществляется с помощью клавиш ↓, ↑ и ‘ENT’.

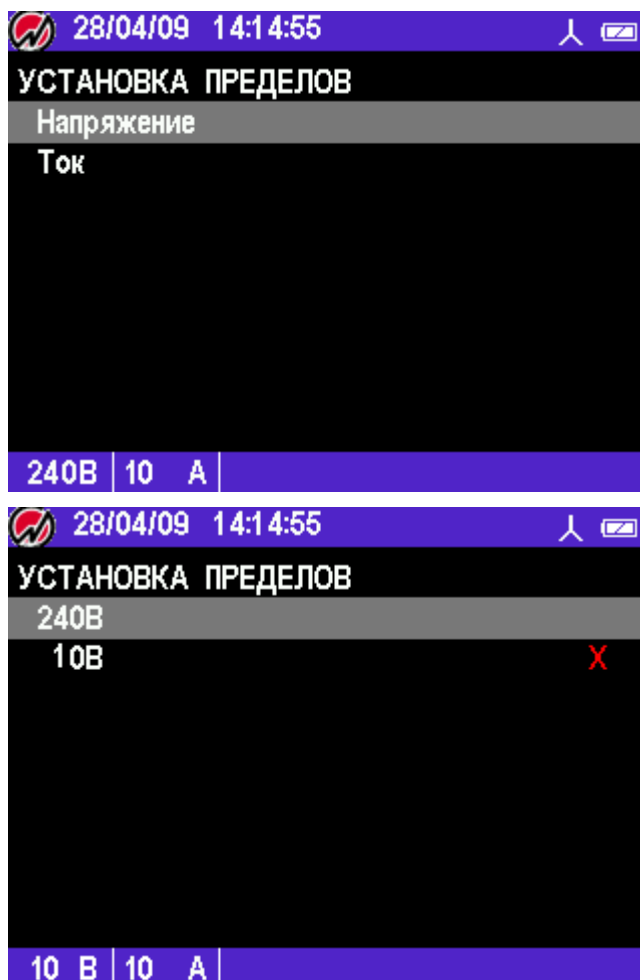






Рисунок 4.4.3 Меню выбора пределов измерения Энерготестера ПКЭ

Для возврата в меню `Настройки` без изменения значений необходимо нажать клавишу `ESC`. Текущие пределы постоянно отображаются в служебной строке дисплея (нижний левый угол).



#### 4.4.4 Подсветка дисплея

В режиме `Подсветка дисплея` предоставляется возможность выбора времени, в течение которого будет включена подсветка дисплея (рисунок 4.4.4).

Выбор осуществляется с помощью клавиш ↓, ↑ и `ENT`. Напротив выбранного режима появляется сообщение `OK`. По умолчанию выбрано время подсветки дисплея 5 мин.

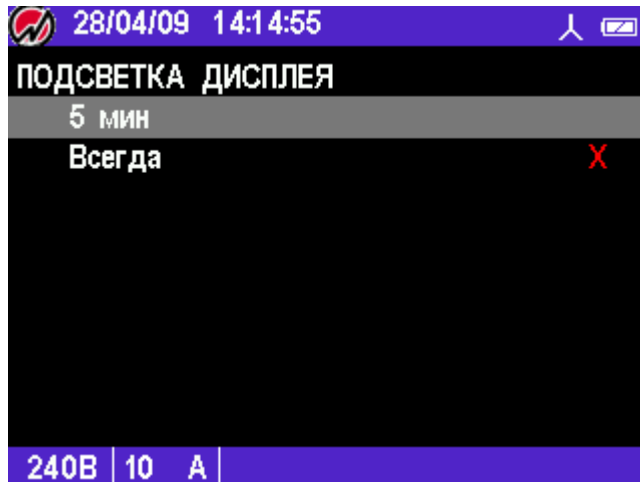


Рисунок 4.4.4 Меню выбора режима подсветки дисплея

При выборе режима "Всегда" подсветка дисплея будет включена постоянно, пока включен сам Энерготестер ПКЭ. В этом режиме увеличивается энергопотребление Энерготестером ПКЭ, что может быть критично в случае работы от аккумуляторов.

При выборе режима "5 мин" подсветка дисплея будет автоматически отключаться через 5 мин. после последнего нажатия любой из клавиш на клавиатуре Энерготестера ПКЭ.

Так же подсветка дисплея может включаться/отключаться вручную с помощью клавиши `.`.

Для возврата в меню `Настройки` необходимо нажать клавишу `ESC`.

## 4.4.5 Язык

В режиме `Язык` предоставляется возможность установить язык отображения информации на графическом дисплее Энерготестера ПКЭ. Выбор нужного языка осуществляется с помощью клавиш ↓, ↑ и `ENT`. Напротив выбранного значения появляется сообщение `OK` (рисунок 4.4.5) и происходит смена языка отображения информации на графическом дисплее.

Для возврата в меню `Настройки` необходимо нажать клавишу `ESC`.

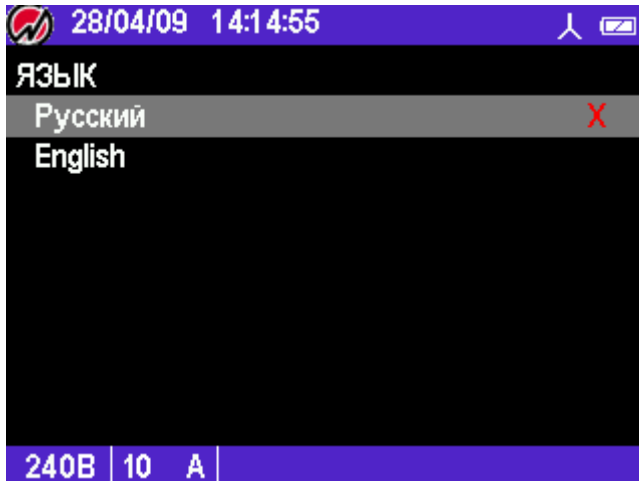


Рисунок 4.4.5 Меню выбора языка



#### 4.4.6 Коррекция уставок

При входе в режим `Коррекция уставок` на дисплее отображается подменю (рисунок 4.4.6), состоящее из следующих пунктов:

- коррекция уставок пользователя 1,
- коррекция уставок пользователя 2,
- копирование в уставки пользователя 1,
- копирование в уставки пользователя 2.

Перемещение по пунктам режима `Коррекция уставок` осуществляется с помощью клавиш ↓ и ↑. Для входа в выбранный пункт меню необходимо нажать клавишу `ENT`, для возврата - клавишу `ESC`.

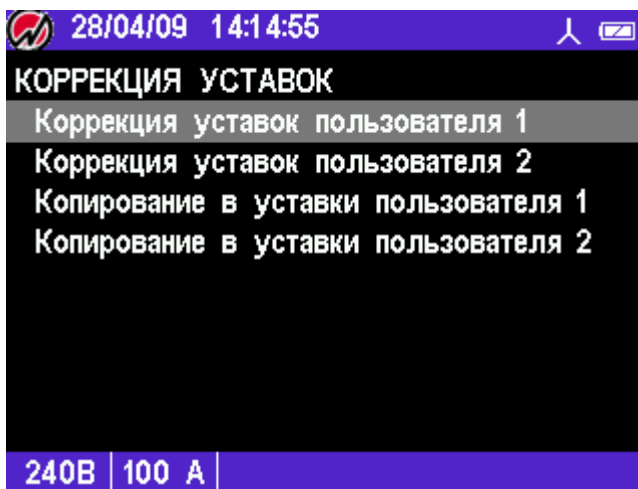


Рисунок 4.4.6 Меню режима коррекции уставок

В режиме `Копирования` пользователь имеет возможность скопировать любой тип ГОСТ-овских уставок в выбранные Уставки пользователя (1 или 2). Для этого необходимо, войдя в режим `Копирования` (рисунок 4.4.7), с помощью клавиш ↓ и ↑ подвести курсор к одному из типов ГОСТ-овских уставок и нажать клавишу `ENT`, после чего ГОСТ-овские уставки будут скопированы в выбранные Уставки пользователя и произойдет возврат в режим `Коррекция уставок`.

В режиме `Коррекции` (рисунок 4.4.8) пользователь имеет возможность ввести для установившегося отклонения напряжения новые значения уставок (только для Пользовательских уставок 1 и только для Пользовательских уставок 2). Для этого необходимо, войдя в режим `Копирования`, с помощью клавиш ↓ и ↑ подвести курсор к одному из значений требующих коррекции и нажав клавишу `ENT`, с помощью цифровой клавиатуры и клавиш ←, ⇒, . ввести нужные значения, изменение знака осуществляется с помощью клавиши `.`.

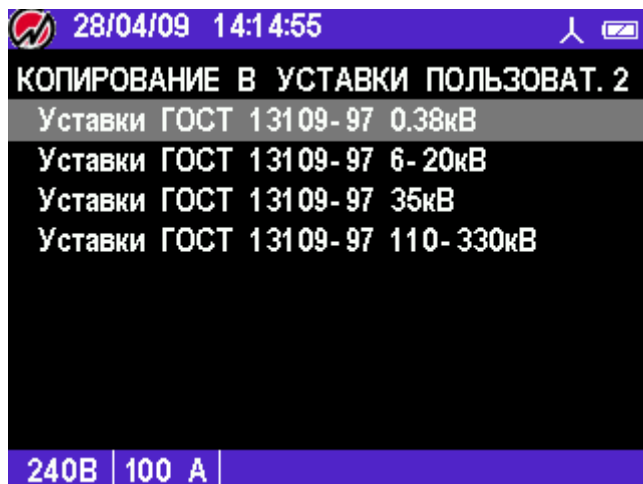


Рисунок 4.4.7 Окно режима `Копирования`

Для ввода нового значения необходимо нажать клавишу `ENT`, для отказа от ввода набранного значения необходимо нажать клавишу `ESC`. После любого из этих действий произойдет переход в окно режима `Коррекции`.

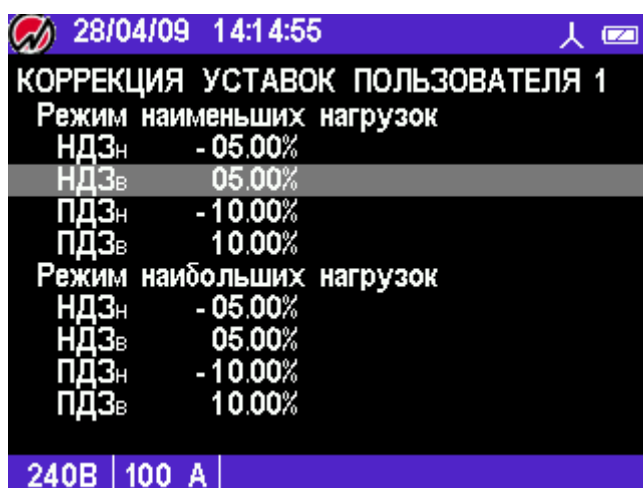


Рисунок 4.4.8 Окно режима `Коррекции`

Значения вводимых уставок могут находиться в диапазоне от -50% до +50%.

**Внимание!** При вводе пользовательских уставок следует придерживаться основного правила: модуль ПДЗ должен быть строго больше модуля НДЗ.



#### 4.4.7 Часы

При входе в режим `Часы` пользователь получает возможность изменения текущих даты и времени (рисунок 4.4.9). Для этого необходимо с помощью клавиш  $\downarrow$  и  $\uparrow$  подвести курсор к одному из значений требующих коррекции и нажав клавишу `ENT`, с помощью цифровой клавиатуры и клавиш  $\leftarrow$ ,  $\rightarrow$ , ввести нужные значения и нажать клавишу `ENT`, после чего произойдет возврат в режим `Часы`, и новые значения даты и времени появятся в верхней строке ЖКД. Для возврата в меню `Часы` без изменения значений даты и времени необходимо нажать клавишу `ESC`.

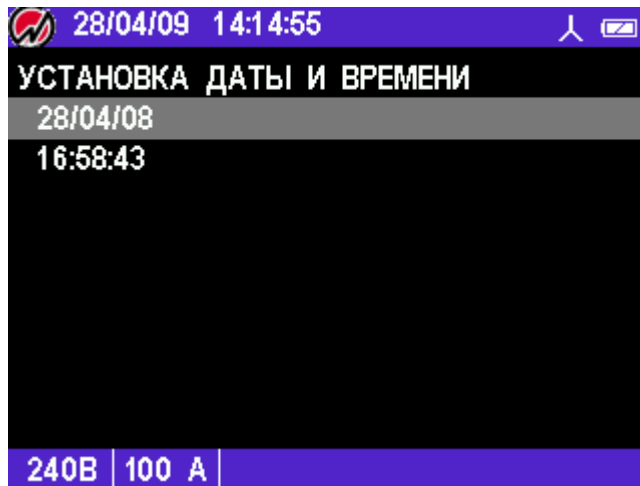
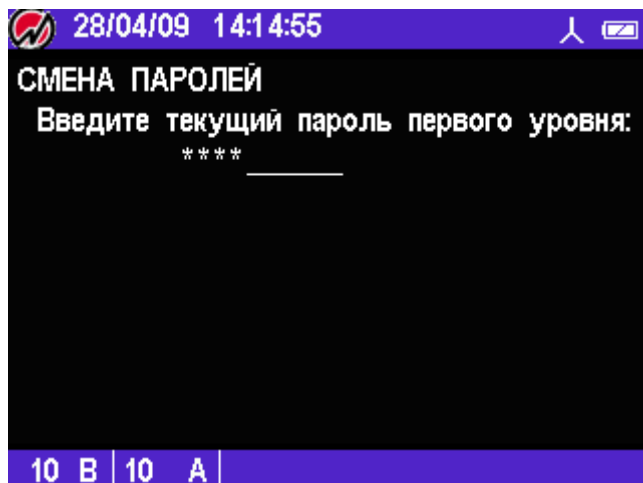
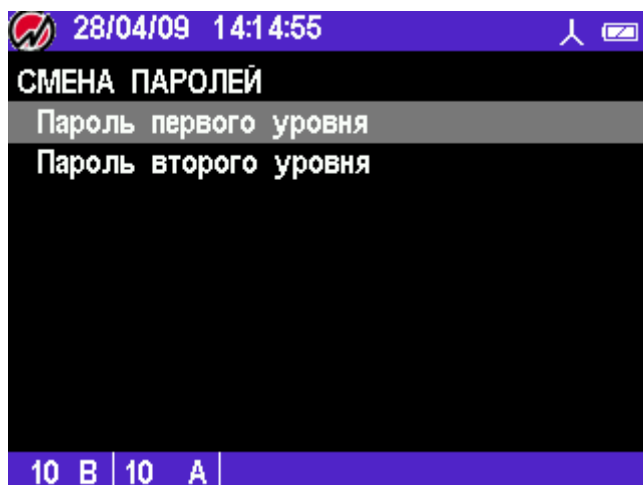


Рисунок 4.4.9 Окно корректировки даты и времени

Для возврата в меню `Настройки` необходимо нажать клавишу `ESC`.

#### 4.4.8 Смена паролей

В режиме `Смена паролей` можно изменить пароль того уровня, с которым был включен Энерготестер ПКЭ, или более низкого. Для этого необходимо ввести новый пароль, нажать клавишу `ENT` и подтвердить его, введя еще раз и нажав клавишу `ENT`. Ввод пароля осуществляется с помощью цифровой клавиатуры, ввод завершается нажатием клавиши `ENT` (рисунок 4.4.10). В случае неправильного подтверждения нового пароля происходит возврат к вводу нового пароля. В случае правильного подтверждения нового пароля происходит возврат в меню `Настройки`. Для выхода из режима `Смена паролей` без изменения пароля необходимо нажать клавишу `ESC`.



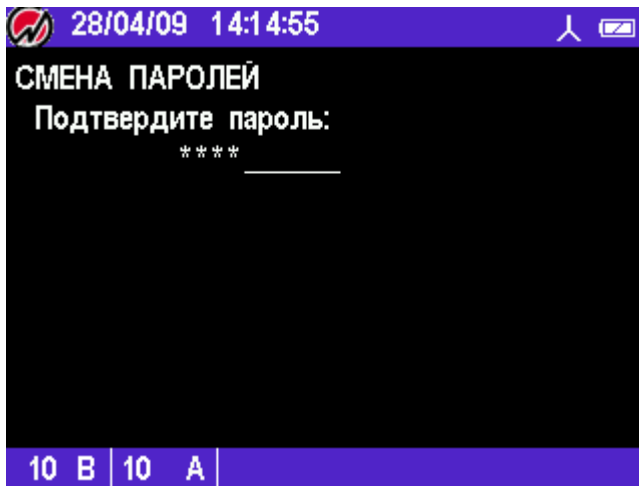
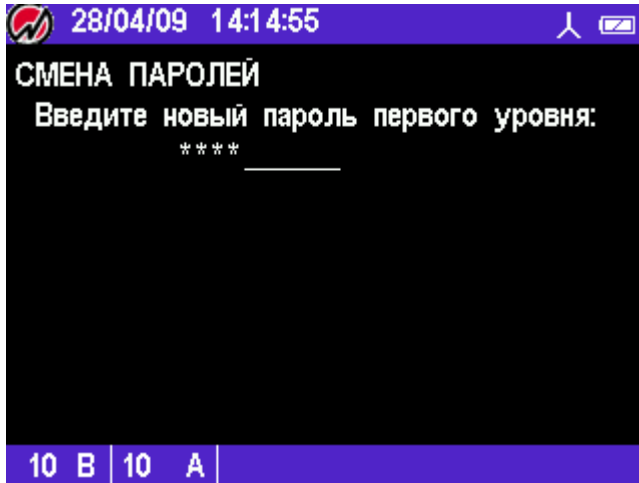


Рисунок 4.4.10 Окно смены пароля Энерготестера ПКЭ



## 4.4.9 Память

В режиме `Память` предоставляется возможность форматирования энергонезависимой памяти Энерготестера ПКЭ (рисунок 4.7.11). Выбор осуществляется с помощью клавиш ↓, ↑ и `ENT`.

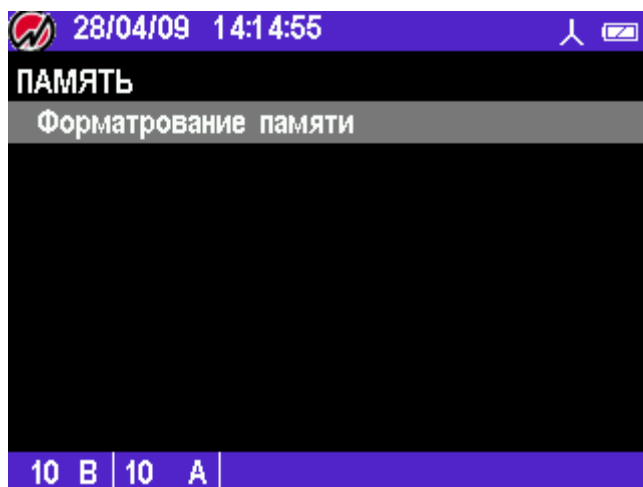


Рисунок 4.4.11 Меню режима управления памятью

При входе в режим `Форматирование памяти` появляется запрос на подтверждение форматирования (рисунок 4.7.12). При отказе от форматирования и возврата в меню `Память` необходимо нажать клавишу `ESC`.

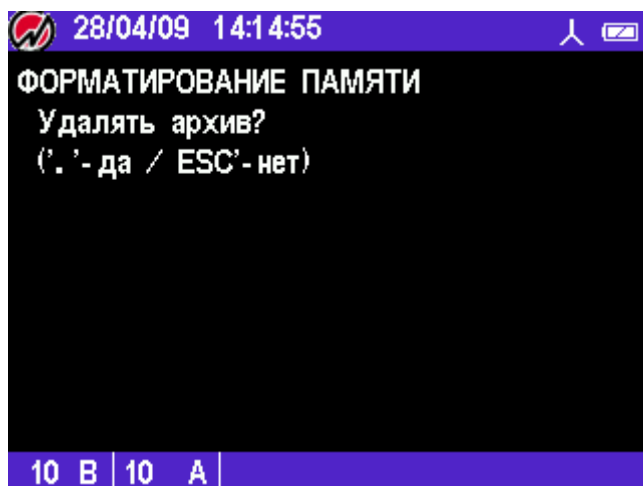


Рисунок 4.4.12 Запрос на подтверждение форматирования памяти

При подтверждении форматирования, нажатие клавиши `.` Начинается процесс инициализации и проверки всей энергонезависимой памяти Энерготестера ПКЭ. После форматирования памяти происходит автоматический переход в меню `Память`. В результате форматирования происходит очистка (стирание) всех архивов: суточных архивов ПКЭ, архивов усредненных значений показателей энергопотребления, архивов провалов и перенапряжений.

Для возврата в меню `Память` необходимо нажать клавишу `ESC`.



#### 4.4.10 Bluetooth

Данный пункт настроек позволяет включать и отключать интерфейс Bluetooth для обмена с ПК.

#### 4.5 Обмен с ПК

Для связи Энерготестера ПКЭ с компьютером (ПК) может использоваться один из последовательных интерфейсов USB или Bluetooth. Обмен данными между ПК и Энерготестером ПКЭ может производиться в любое время, не зависимо от того, в каком режиме работы находится Энерготестер ПКЭ. При этом на ПК должно быть установлено программное обеспечение (см. Руководство пользователя ПО «Энергомониторинг»), обеспечивающее обмен с Энерготестером ПКЭ и обработку принятых от него данных.

Для осуществления связи между Энерготестером ПКЭ и ПК по интерфейсу USB необходимо соединить Энерготестер ПКЭ к ПК USB-кабелем.

Для осуществления связи между Энерготестером ПКЭ и ПК по интерфейсу Bluetooth необходимо включить Bluetooth интерфейс в Энерготестере ПКЭ (см. п. 4.4.10) и на ПК установить между ними соединение.

### 5 Техническое обслуживание

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

5.2 При проведении технического обслуживания необходимо соблюдать меры безопасности, приведенные в разделе 1 и 3.3.2 настоящего РЭ.

5.3 Текущее техническое обслуживание заключается в выполнении операций:

- очистки рабочих поверхностей клавиатуры и дисплея,
- очистки контактов соединителей в случае появления на них окисных пленок и грязи и проверке их крепления,
- очистки поверхностей разрыва магнитопровода токоизмерительных клещей в случае появления на них окисных пленок или грязи (для варианта исполнения «Энерготестер ПКЭ-06»).



## 5.4 Перечень возможных неисправностей и способы их устранения.

№ п.п.	Неисправность	Способ устранения
1	Энерготестер ПКЭ не включается.	Убедитесь, что в батарейный отсек вставлены аккумуляторы. Подключите Энерготестер ПКЭ к адаптеру питания и включите адаптер в сеть. Заряжайте аккумуляторы полностью! Проверьте подключение кабеля адаптера питания.
2	Энерготестер ПКЭ отключается самопроизвольно.	Зарядите аккумуляторы.
3	Аккумуляторы быстро разряжаются.	См. п.п. 3.3.2. Замените неисправные аккумуляторы и зарядите их в соответствии с п.п. 3.3.2.
4	Отсутствует связь между Энерготестером ПКЭ и ПК по интерфейсу USB.	Проверить настройки канала передачи данных в ПО на ПК. Проверить кабель.
5	Отсутствует связь между Энерготестером ПКЭ и ПК по интерфейсу Bluetooth.	Убедитесь, что в Энерготестере ПКЭ и на ПК интерфейс Bluetooth включен. Убедитесь, что в Энерготестере ПКЭ и ПК находится в радиусе действия интерфейса Bluetooth.

## 6 Хранение

6.1 Условия хранения Энерготестера ПКЭ соответствуют условиям хранения 3 ГОСТ 15150-69.

6.2 Длительное хранение Энерготестера ПКЭ 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 Энерготестера ПКЭ без упаковки: температура окружающего воздуха от 10 до 35 °С, относительная влажность 80% при температуре 25 °С.

6.3 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.

## 7 Транспортирование

Транспортирование Энерготестера ПКЭ 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 40 °С до плюс 50 °С, относительная влажность 90% при температуре 25 °С.

## 8 Маркировка и пломбирование

### 8.1 Маркировка Энерготестера ПКЭ

На лицевой панели Энерготестера ПКЭ нанесены:

- наименование Прибора «Энерготестера ПКЭ»;
- товарный знак предприятия-изготовителя;
- символ двойной и усиленной изоляции по ГОСТ Р 52319-05;
- изображение знака утверждения типа средства измерения по ПР50.2.009;
- изображение знака соответствия.

На шильдике, расположенном на задней панели Энерготестера ПКЭ, нанесены:

- наименование и товарный знак предприятия-изготовителя;
- порядковый номер Энерготестера ПКЭ по системе нумерации предприятия-изготовителя;
- дата изготовления;
- вид и номинальное напряжение питания.

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

8.3 Пломба установлена в гнездо крепежного винта Энерготестера ПКЭ.

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



## 9 Гарантии изготовителя

9.1 Все нижеизложенные условия гарантии действуют в рамках законодательства Российской Федерации, регулирующего защиту прав потребителей.

9.2 В соответствии с п. 6 ст. 5 Закона РФ «О защите прав потребителей» НПП Марс-Энерго устанавливает на изделия **гарантийный срок 18 месяцев** со дня покупки. В соответствии с п. 3 статьи 19 Закона РФ «О защите прав потребителей» на аккумуляторы и аккумуляторную батарею установлен гарантийный срок 6 месяцев со дня покупки. Если в течение этого гарантийного срока в изделии обнаружатся дефекты (существовавшие в момент первоначальной покупки) в материалах или работе, НПП Марс-Энерго бесплатно отремонтирует это изделие или заменит изделие или его дефектные детали на приведенных ниже условиях. НПП Марс-Энерго может заменять дефектные изделия или их детали новыми или восстановленными изделиями или деталями. Все замененные изделия и детали становятся собственностью НПП Марс-Энерго.

### Условия.

9.3 Услуги по гарантийному обслуживанию предоставляются по предъявлении потребителем товарно-транспортной накладной, кассового (товарного) чека и свидетельства о приемке (с указанием даты покупки, модели изделия, его серийного номера) вместе с дефектным изделием до окончания гарантийного срока. В случае отсутствия указанных документов гарантийный срок исчисляется со дня изготовления товара.

НПП Марс-Энерго может отказать в бесплатном гарантийном обслуживании, если документы заполнены не полностью или неразборчиво. Настоящая гарантия недействительна, если будет изменен, стерт, удален или будет неразборчив серийный номер на изделии.

Настоящая гарантия не распространяется на транспортировку и риски, связанные с транспортировкой Вашего изделия до и от НПП Марс-Энерго.

Настоящая гарантия не распространяется на следующее:

- 1) периодическое обслуживание и ремонт или замену частей в связи с их нормальным износом;
- 2) расходные материалы (компоненты, которые требуют периодической замены на протяжении срока службы изделия, например, неперезаряжаемые элементы питания и т.д.);
- 3) повреждения или модификации изделия в результате:
  - а) неправильной эксплуатации, включая:
    - обращение с устройством, повлекшее физические, косметические повреждения или повреждения поверхности, модификацию изделия или повреждение жидкокристаллических дисплеев;
    - установку или использование изделия не по назначению или не в соответствии с руководством по эксплуатации и обслуживанию;

- обслуживание изделия, не в соответствии с руководством по эксплуатации и обслуживанию;
- установку или использование изделия не в соответствии с техническими стандартами и нормами безопасности, действующими в стране установки или использования;
- б) заражения компьютерными вирусами или использования программного обеспечения, не входящего в комплект поставки изделия, или неправильной установки программного обеспечения;
- в) состояния или дефектов системы или ее элементов, с которой или в составе которой использовалось настоящее изделие, за исключением других изделий марки НПП Марс-Энерго, предназначенных для использования с этим изделием;
- г) использования изделия с аксессуарами, периферийным оборудованием и другими устройствами, тип, состояние и стандарт которых не соответствует рекомендациям НПП Марс-Энерго;
- д) ремонта или попытки ремонта, произведенных третьими лицами или организациями;
- е) регулировки или переделки изделия без предварительного письменного согласия НПП Марс-Энерго;
- ж) небрежного обращения;
- з) несчастных случаев, пожаров, попадания инородных жидкостей, химических веществ, других веществ, затопления, вибрации, высокой температуры, неправильной вентиляции, колебания напряжения, использования повышенного или неправильного питания или входного напряжения, облучения, электростатических разрядов, включая разряд молнии, и иных видов внешнего воздействия или влияния, не предусмотренных технической документацией.

Настоящая гарантия распространяется исключительно на аппаратные компоненты изделия. Гарантия не распространяется на программное обеспечение (как производства НПП Марс-Энерго, так и других разработчиков), на которые распространяются прилагаемые или подразумеваемые лицензионные соглашения для конечного пользователя или отдельные гарантии или исключения.

9.4 В соответствии с п.1 ст.5 Закона РФ «О защите прав потребителей» НПП Марс-Энерго устанавливает для указанных товаров, за исключением аккумуляторных батарей, срок службы 4 года со дня покупки. На аккумуляторные батареи в соответствии с п.2 ст.5 Закона РФ «О защите прав потребителей» установлен срок службы 2 года со дня покупки. *Просьба не путать срок службы с гарантийным сроком.*

9.5 Настоятельно рекомендуем Вам сохранять на другом (внешнем) носителе информации резервную копию всей информации, которую Вы храните в памяти прибора. Ни при каких обстоятельствах НПП Марс-Энерго не несет ответственности за какой-либо особый, случайный, прямой или косвенный ущерб или убытки, включая, но не ограничиваясь только перечисленным, упущенную выгоду, утрату или невозможность использования информации или данных, разглашение конфиденциальной информации или нарушение неприкосновенности частной жизни, расходы по восстановлению информа-



ции или данных, убытки, вызванные перерывами в коммерческой, производственной или иной деятельности, возникающие в связи с использованием или невозможностью использования изделия.

Адрес предприятия-изготовителя, осуществляющего ремонт:

ООО "НПП МАРС-ЭНЕРГО"

190031, Санкт-Петербург, наб. р. Фонтанки д. 113

Тел.(812) 315-13-68, (812) 310-48-87 Факс (812) 315-13-68



**10 Свидетельство об упаковывании**

ПРИБОР Энерготестер ПКЭ \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_  
Упакован ООО «НПП МАРС-ЭНЕРГО» согласно требованиям, предусмотренным в действующей конструкторской документации.

Упаковщик \_\_\_\_\_ (Фамилия, И., О.)

Дата \_\_\_\_\_

**11 Свидетельство о приемке**

ПРИБОР Энерготестер ПКЭ \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_ Версия ПО \_\_\_\_\_  
Изготовлен и принят в соответствии с ТУ 4220-034-49976497-2008 и признан годным к эксплуатации.

Начальник ОТК \_\_\_\_\_ (Фамилия, И., О.)

МП

Дата \_\_\_\_\_

Дата продажи \_\_\_\_\_

МП \_\_\_\_\_ (Фамилия, И., О.)



## 12 Сведения о рекламациях

В случае отказа Энерготестера ПКЭ в период гарантийного срока при выполнении условий транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации потребитель должен выслать в адрес предприятия-изготовителя извещение со следующими данными:

заводской номер Энерготестер ПКЭ, дата выпуска и дата ввода в эксплуатацию;

наличие заводских пломб;

характер дефекта;

адрес, по которому находится потребитель, номер телефона.

Сведения о предъявляемых рекламациях потребитель заносит в таблицу 12.1.

Таблица 12.1.

Дата, номер рекламационного акта	Организация, куда направляется рекламация	Краткое содержание рекламации	Отметка об удовлетворении рекламации	Фамилия, должность лица, составившего рекламацию

**13 Сведения о поверке**

Прибор Энерготестер ПКЭ \_\_\_\_\_ заводской № \_\_\_\_\_

Поверка Энерготестера ПКЭ осуществляется в соответствии с Методикой поверки МС2.725.003 МП, утвержденной ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», при выпуске из производства, после ремонта и в эксплуатации. Межповерочный интервал – 4 года.

Дата поверки	Вид поверки	Результаты поверки	Подпись и клеймо поверителя

## Приложение А Типы токоизмерительных клещей

Токоизмерительные клещи 10А могут быть подключены к Энерготестеру ПКЭ в зависимости от комплектации либо с помощью Кабеля измерительного «Ток-К» МС6.705.002 (рис. А1), либо с помощью Шунта 10А (рис. А3). При этом на Энерготестере ПКЭ должен быть установлен предел измерения по току К10А. При подключении Энерготестера ПКЭ к токовым цепям с помощью токоизмерительных клещей 10А красные штекеры должны подключаться к гнезду клещей `генератор`, а черные – `нагрузка`, в соответствии со стрелкой, расположенной рядом с этими гнездами, стрелка показывает в сторону нагрузки (рис. А2). Сами клещи должны располагаться относительно токонесущего провода в соответствии со стрелкой, расположенной на их подвижной части: генератор → нагрузка (рис. А2).



Рисунок А1 Схемы подключения токоизмерительных клещей 10А и 100А к Энерготестеру ПКЭ с помощью Кабеля измерительного «Ток-К».



Рисунок А2 Расположение маркировки 'генератор → нагрузка' на токоизмерительных клещах 10А и 100А.



Рисунок А3 Схемы подключения токоизмерительных клещей 10А к Энерготестеру ПКЭ через Шунт 10А.



Токоизмерительные клещи 100А могут быть подключены к Энерготестеру ПКЭ в зависимости от комплектации либо с помощью Кабеля измерительного «Ток-К» МС6.705.002 (рис. А1), либо с помощью Шунта 100А (рис. А4). При этом на Энерготестере ПКЭ должен быть установлен предел измерения по току К100А. При подключении Энерготестера ПКЭ к токовым цепям с помощью токоизмерительных клещей 100А красные штекеры должны подключаться к гнезду клещей `генератор`, а черные – `нагрузка`, в соответствии со стрелкой, расположенной рядом с этими гнездами, стрелка показывает в сторону нагрузки (рис. А2). Сами клещи должны располагаться относительно токонесущего провода в соответствии со стрелкой, расположенной на их подвижной части: генератор → нагрузка (рис. А2).



Рисунок А4 Схемы подключения токоизмерительных клещей 100А к Энерготестеру ПКЭ через Шунт 100А.

Токоизмерительные клещи 1000А могут быть подключены к Энерготестеру ПКЭ в зависимости от комплектации либо с помощью Кабеля измерительного «Ток-К» MC6.705.002 (рис. А5), либо с помощью Шунта (рис. А7, А8). Токоизмерительные клещи 1000А могут работать в режиме 1000А (подключение через Шунт 1000А) или 100А (подключение через Шунт 100А) при этом на Энерготестере ПКЭ должен быть установлен предел измерения по току К1000А или К100А. При подключении Энерготестера ПКЭ к токовым цепям с помощью токоизмерительных клещей 1000А красные штекеры должны подключаться к гнезду клещей `S1`, а черные – `S2` (рис. А6). Сами клещи должны располагаться относительно токнесущего провода в соответствии с расположенной на них стрелкой `P1` - генератор, `P2` - нагрузка (рис. А6).



Рисунок А5 Схемы подключения токоизмерительных клещей 1000А к Энерготестеру ПКЭ с помощью Кабеля измерительного «Ток-К».

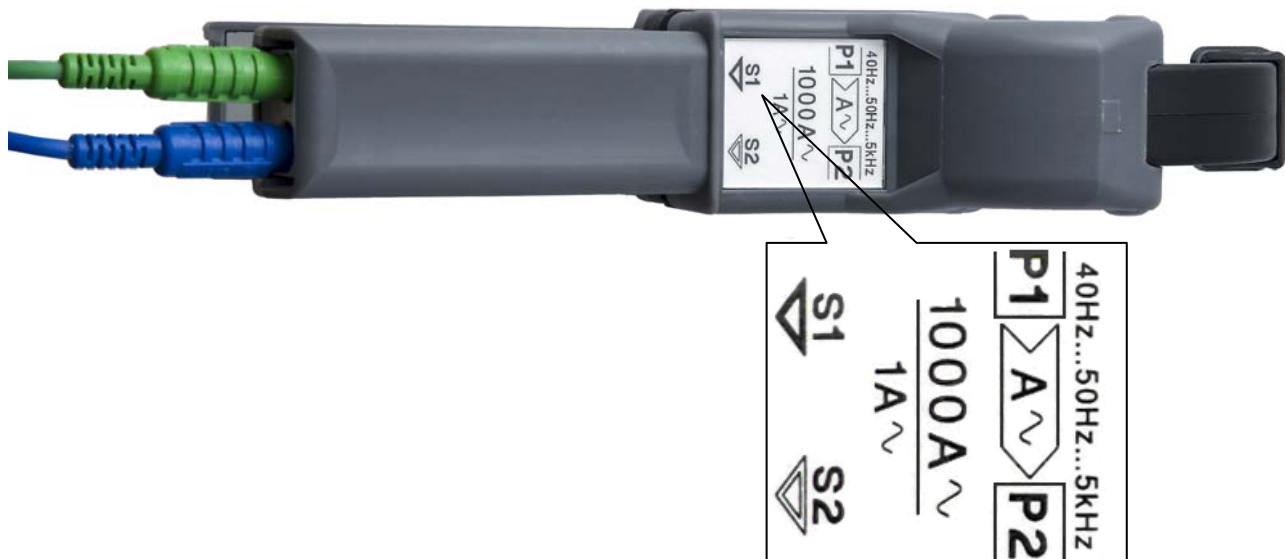


Рисунок А6 Расположение маркировки 'генератор → нагрузка' на токоизмерительных клещах 1000А.



Рисунок А7 Схемы подключения токоизмерительных клещей 1000А к Энерготестеру ПКЭ через Шунт 1000А.





Рисунок А8 Схемы подключения токоизмерительных клещей 1000А к Энерготестеру ПКЭ через Шунт 100А.



Токоизмерительные клещи 3000А/300А представляют собой гибкие клещи с двухдиапазонным усилителем (3000А и 300А). Токоизмерительные клещи 3000А/300А подключаются к Энерготестеру ПКЭ непосредственно через двухдиапазонный усилитель (рис. А9). В зависимости от включенного диапазона усилителя (рис. А10) на Энерготестере ПКЭ должен быть установлен предел измерения по току К3000А или К300А соответственно. При подключении Энерготестера ПКЭ к токовым цепям с помощью гибких токоизмерительных клещей 3000А/300А клещи должны располагаться относительно токонесящего провода в соответствии со стрелкой (рис. А11), расположенной на узле сочленения клещей (генератор → нагрузка). Для обеспечения наибольшей точности измерений гибкие клещи должны располагаться относительно токонесящего провода, таким образом, чтобы узел сочленения клещей был максимально удален от этого провода.



Рисунок А9 Схемы подключения к Энерготестеру ПКЭ токоизмерительных клещей 3000А/300А.



Рисунок А10 Двухдиапазонный усилитель токоизмерительных клещей 3000А/300А.



Рисунок А11 Расположение маркировки 'генератор → нагрузка' на токоизмерительных клещах 3000А/300А.



## Приложение Б Схемы подключения

Энерготестер ПКЭ позволяет производить измерения в электросетях трех типов: трехфазной четырехпроводной, трехфазной трехпроводной и однофазной двухпроводной. При этом измеряемые напряжения до 400 В подаются на входы напряжений Энерготестера ПКЭ с помощью щупов тестерных, подключаемых к фазам сети, а измеряемые токи подаются на токовые входы с помощью токоизмерительных клещей (предельно допускаемые токи в сети определяются в зависимости от типа токоизмерительных клещей).

Токоизмерительные клещи подключаются к токовым входам Энерготестера ПКЭ либо с помощью Кабеля измерительного «Ток-К» (МС6.705.002), либо с помощью соответствующего Шунта (Приложение А). При этом на Энерготестере ПКЭ должен быть установлен соответствующий предел измерения по току (К10А, К100А, К300А, К1000А, К3000А).



Рисунок Б1 Схема включения Энерготестера ПКЭ через сетевой адаптер.

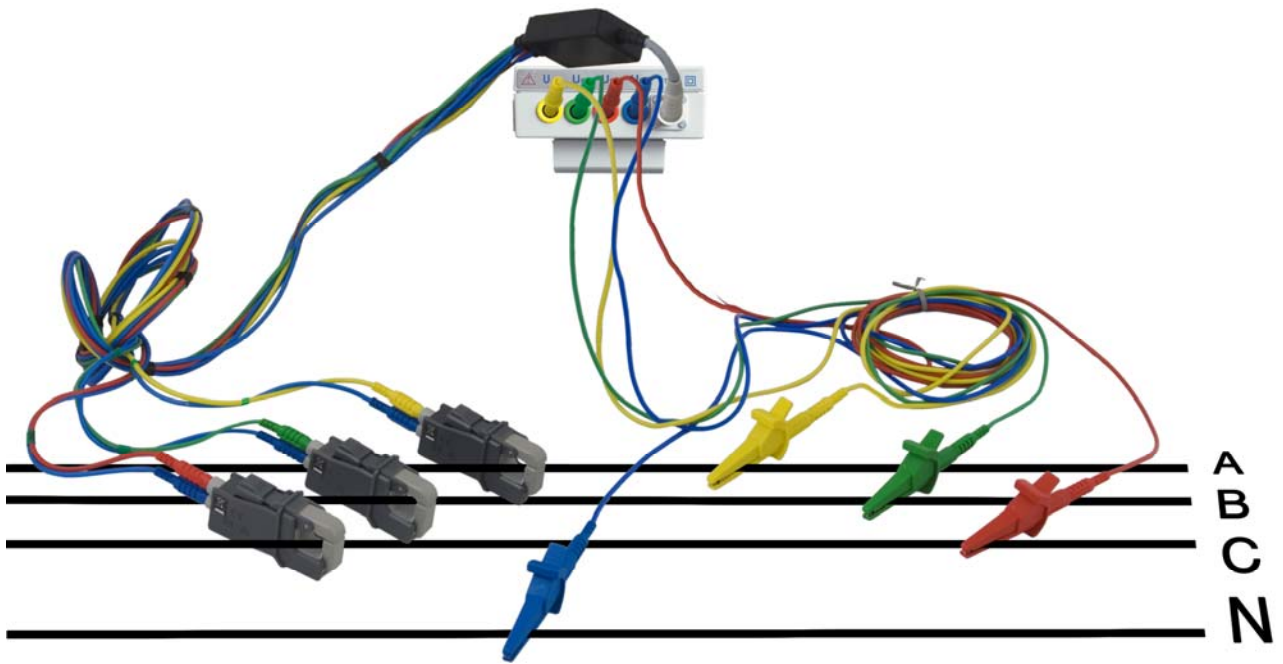


Рисунок Б2 Схема подключения Энерготестера ПКЭ к трехфазной четырехпроводной сети.

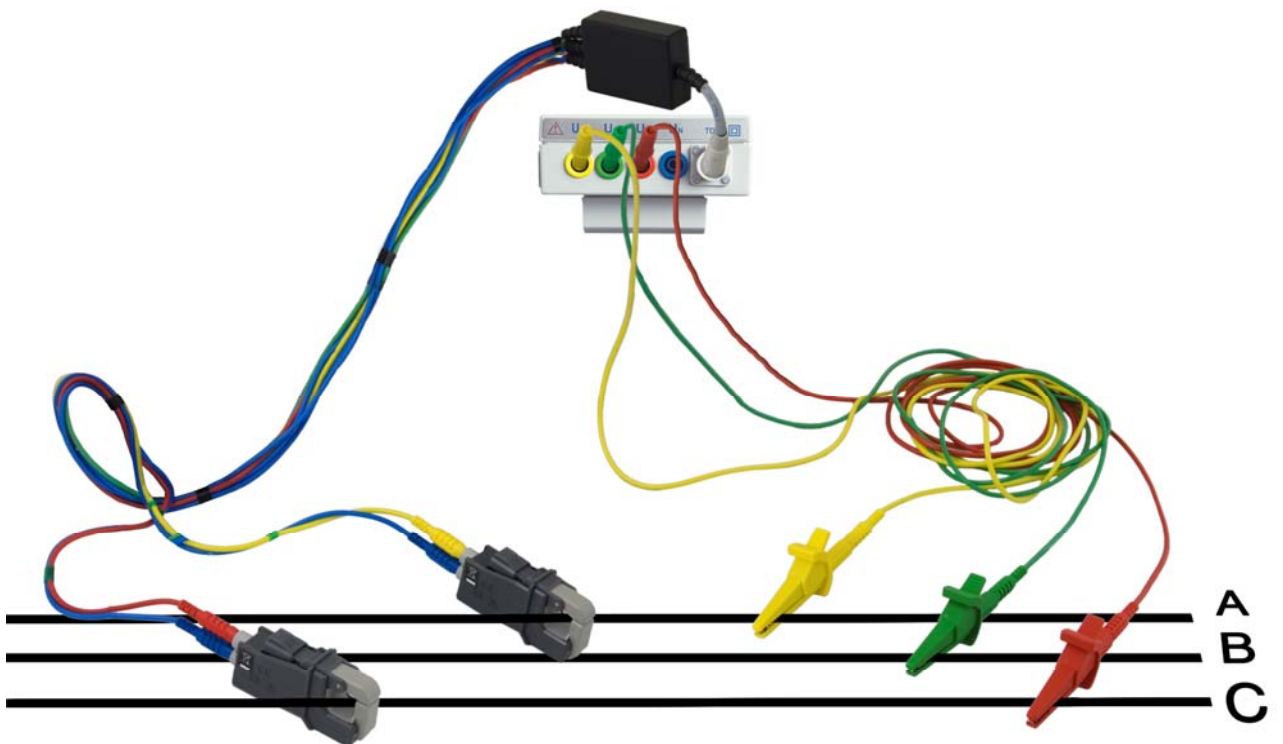


Рисунок Б3 Схема подключения Энерготестера ПКЭ к трехфазной трехпроводной сети.

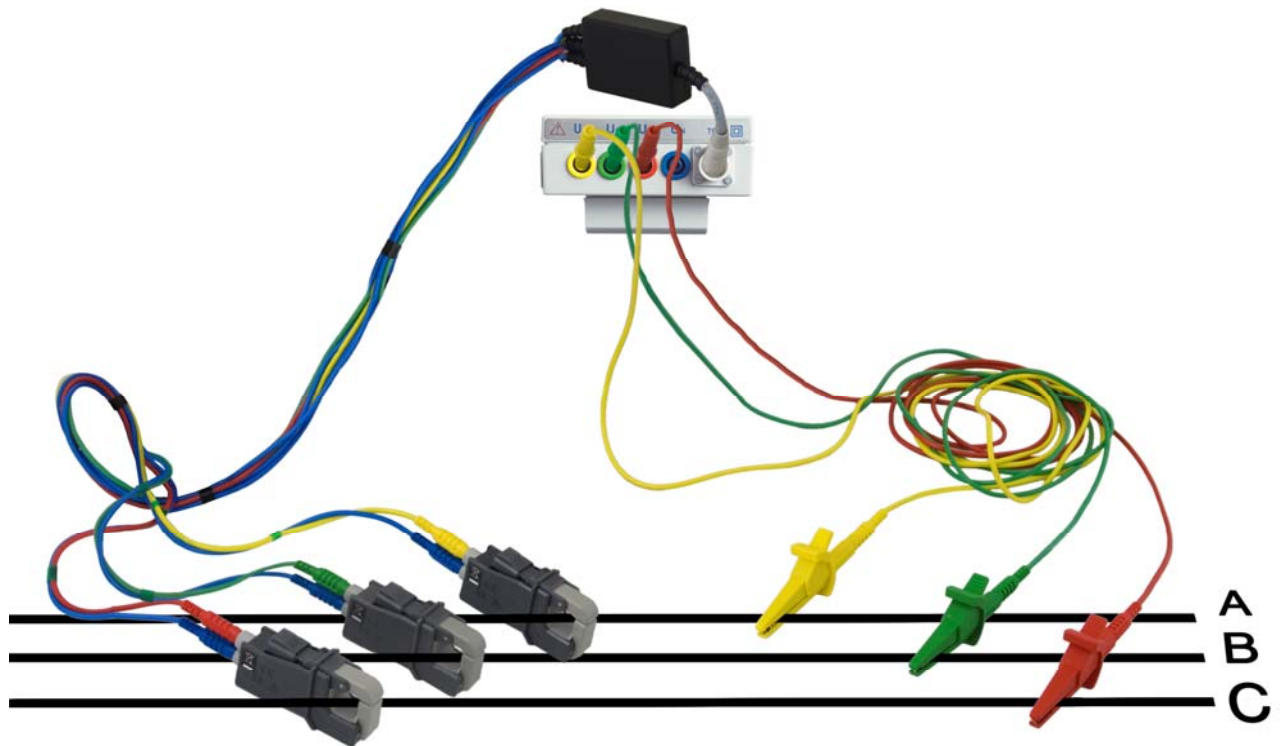


Рисунок Б4 Схема подключения Энерготестера ПКЭ к трехфазной трехпроводной сети.

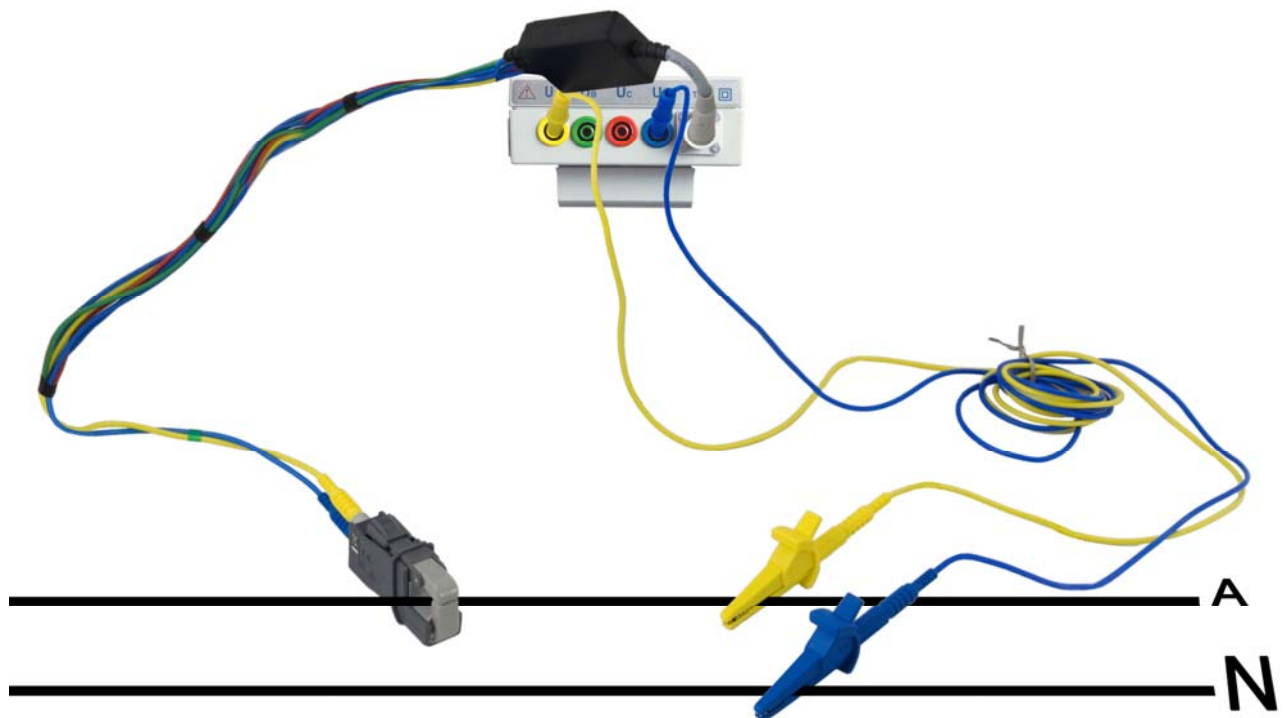


Рисунок Б5 Схема подключения Энерготестера ПКЭ к однофазной двухпроводной сети.