

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



ПРИБОРЫ
ЭЛЕКТРОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ
«Энергомонитор-3.1КМ-Э»

Руководство по эксплуатации
НФЦР.411113.001 РЭ

Содержание

| | |
|---------------------------------------------------------------------|-----------|
| ВВЕДЕНИЕ | 4 |
| 1 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ..... | 5 |
| 2 ОПИСАНИЕ ПРИБОРА И ЕГО РАБОТЫ | 6 |
| 2.1 НАЗНАЧЕНИЕ | 6 |
| 2.2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ | 6 |
| 2.2.1 Модификации изделия | 6 |
| 2.2.2 Метрологические характеристики | 7 |
| 2.2.3 Справочные технические характеристики | 30 |
| 2.3 ОПИСАНИЕ | 32 |
| 2.4 УСТРОЙСТВО И РАБОТА | 36 |
| 2.4.1 Методы измерений | 36 |
| 2.4.2 Состав изделия | 37 |
| 2.5 МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ..... | 39 |
| 2.5.1 Маркировка Прибора..... | 39 |
| 2.5.2 Маркировка транспортной тары..... | 39 |
| 2.5.3 Пломбирование Прибора..... | 39 |
| 3 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ | 40 |
| 3.1 ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ | 40 |
| 3.2 РАСПАКОВЫВАНИЕ..... | 40 |
| 3.3 ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ | 40 |
| 3.3.1 Назначение органов управления и подключения | 40 |
| 3.3.2 Подключение и включение | 41 |
| 4 ПОРЯДОК РАБОТЫ..... | 43 |
| 4.1 ИНТЕРФЕЙС ОПЕРАТОРА | 43 |
| 4.2 НАСТРОЙКИ | 45 |
| 4.2.1 Выбор входного преобразователя тока..... | 45 |
| 4.2.2 Схема подключения | 46 |
| 4.2.3 Установка пределов | 46 |
| 4.2.4 Скорость обмена по RS-232 | 47 |
| 4.2.5 Время усреднения | 48 |
| 4.2.6 Время измерения кратковременной дозы фликера | 48 |
| 4.2.7 Делитель частоты..... | 49 |
| 4.3 ИЗМЕРЕНИЯ | 49 |
| 4.3.1 Работа в режиме "Измерение параметров переменного тока" | 50 |
| 4.3.1.1 Измерение напряжений и токов..... | 50 |
| 4.3.1.2 Измерение мощности | 52 |
| 4.3.1.3 Измерение углов | 56 |
| 4.3.1.4 Измерение гармоник | 56 |
| 4.3.1.5 Измерение интергармоник..... | 58 |
| 4.3.1.6 Измерение мощности гармоник | 60 |
| 4.3.1.7 Измерение показателей качества электроэнергии | 61 |
| 4.3.1.8 Измерение кратковременной дозы фликера | 63 |
| 4.3.1.9 Форма сигнала | 63 |
| 4.3.1.10 Измерение энергии | 63 |
| 4.3.2 Работа в режиме "Измерение параметров постоянного тока" | 65 |
| 4.3.2.1 Калибровка нуля тока | 65 |
| 4.3.2.2 Измерение основных величин постоянного тока | 65 |
| 4.3.2.3 Форма сигнала | 66 |

| | | |
|----------|-------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.4 | ПОВЕРКА СЧЕТЧИКОВ..... | 66 |
| 4.4.1 | <i>Режим поверки счетчиков</i> | 66 |
| 4.4.2 | <i>Пульт формирования импульсов</i> | 72 |
| 4.5 | РЕГИСТРАЦИЯ | 73 |
| 4.6 | ПОВЕРКА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ НАПРЯЖЕНИЯ | 75 |
| 4.6.1 | <i>Режим "Поверка ТН"</i> | 75 |
| 4.6.2 | <i>Ввод параметров поверяемого ИТН</i> | 76 |
| 4.6.3 | <i>Коррекция каналов измерения напряжения Прибора</i> | 79 |
| 4.6.4 | <i>Поверка ИТН</i> | 80 |
| 4.7 | ПОВЕРКА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТОКА | 82 |
| 4.7.1 | <i>Режим "Поверка ТТ"</i> | 82 |
| 4.7.2 | <i>Ввод параметров поверяемого ИТТ</i> | 83 |
| 4.7.3 | <i>Коррекция каналов измерения тока Прибора</i> | 87 |
| 4.7.4 | <i>Поверка ИТТ</i> | 88 |
| 4.9 | ОБМЕН С ПК | 91 |
| 4.10 | ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ НАСТРОЙКИ..... | 92 |
| 5 | ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ | 94 |
| 6 | ХРАНЕНИЕ | 95 |
| 7 | ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ | 95 |
| | Лист регистрации изменений..... | 96 |

Введение

Настоящее руководство по эксплуатации (далее - РЭ) распространяется на приборы электроизмерительные многофункциональные «Энергомонитор-3.1КМ-Э» (далее – Прибор) и содержит технические характеристики, описание модификаций, методы измерений, сведения, необходимые для эксплуатации, технического обслуживания, транспортировании и хранения Прибора.

1 Требования безопасности

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



Пояснения символа на панели Прибора ! приведено в подразделе «Включение Прибора».

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

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

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

1.3 Степень защиты оболочек по ГОСТ 14254 IP20.

2 Описание Прибора и его работы

2.1 Назначение

Прибор предназначен для измерений электроэнергетических величин:

– в однофазных и трехфазных цепях переменного тока, в том числе: переменного электрического напряжения, переменного электрического тока, угла фазового сдвига, частоты, активной, реактивной и полной мощности, показателей качества электрической энергии (ПКЭ).

2.2 Технические характеристики

2.2.1 Модификации изделия

Приборы выпускаются в модификациях, отличающихся конструктивным исполнением, значениями погрешностей измерений, наличием дополнительных функций и внешних устройств, номинальной частотой, диапазоном измерений и родом напряжения и тока.

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

Энергомонитор-3.1КМ-Э X-XX-XX-X-X-XX
 1 2 3 4 5 6

1 – обозначение модификации по конструктивному исполнению:

"С" - стационарный прибор для встраивания в стойку стандарта 19",

"П" - переносной прибор, смонтированный в кейсе;

2 – обозначение модификации по значениям погрешностей измерения:

"02" – с метрологическими характеристиками, приведенными в таблице 2.1-и 2.2,

"05" – с метрологическими характеристиками, приведенными в таблицах 2.3 и 2.4;

3 – обозначение модификации по наличию дополнительных функций и устройств (приборы обеспечивают возможность выполнения нескольких дополнительных функций):

"00" – без дополнительных функций,

"ТХ" – с функцией прибора сравнения для поверки традиционных измерительных трансформаторов тока ИТТ с использованием Устройства для поверки трансформаторов тока УПТТ, входящего в комплект поставки данных модификаций прибора,

"ХЕ" – с функцией для поверки ЭлТА-счётчиков с использованием Усилителя напряжения шестиканального УН-6.1, входящего в комплект поставки данных модификаций прибора;

4 – обозначение модификации по диапазону измерения напряжения:

"1" – от 3 до 960 В [поддиапазоны измерения напряжения с номинальными значениями (U_H), равными 30, 60, 120, 240, 480 и 800 В],

"2" – от 0,1 до 960 В [поддиапазоны измерения с номинальными значениями (U_H), равными 1, 2, 5, 10, 30, 60, 120, 240, 480 и 800 В],

"3" – от 1 мВ до 960 В [поддиапазоны измерения с номинальными значениями (U_H), равными 10 мВ; 100 мВ; 1 В; 2 В, 5 В, 10 В, 30 В, 60 В, 120 В, 240 В, 480 В и 800 В] с использованием Усилителя напряжения шестиканального УН-6.1, входящего в комплект поставки данных модификаций прибора;

5 – обозначение модификации по диапазону измерения силы тока:

"5" – от 0,001 до 120 А [поддиапазоны измерения с номинальными значениями (I_H), равными 0,05; 0,1; 0,25; 0,5; 1; 2,5; 5; 10; 25; 50 и 100 А],

"6" – от 0,001 до 120 А и дополнительно измеряются величины напряжения сигналов тока U_i в поддиапазонах измерения с номинальными значениями (U_{iH}): 10 мВ; 100 мВ; 1 В; 2 В, 5 В, 10 В);

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

"50" – с $f_{ном} = 50$ Гц и областью значений влияющей величины от 42,5 до 57,5 Гц;

"60" – с $f_{ном} = 60$ Гц и областью значений влияющей величины от 51 до 69 Гц;

"50/400" - с $f_{ном} = 50$ и 400 Гц и областью значений влияющей величины от 42,5 до 57,5 Гц и от 350 до 450 Гц;

"60/480" - с $f_{ном} = 60$ и 480 Гц и областью значений влияющей величины от 51 до 69 Гц и от 460 до 500 Гц

2.2.2 Метрологические характеристики

Основные метрологические характеристики модификаций Прибора указаны в таблицах

2.1- 2.7. Метрологические характеристики даны с учетом влияния ВПО на результаты измерений.

Таблица 2.1 – Метрологические характеристики приборов для модификаций "Энергомонитор-3.1КМ-Э х-02-ТХ-2-5-50/400" при прямом подключении

| Наименование характеристики | Значение |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Диапазон измерений среднеквадратического значения фазного (U) и междуфазного ($U \cdot \sqrt{3}$) напряжения переменного тока, В | от $0,1 \cdot U_H$ до $1,2 \cdot U_H$ |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений среднеквадратического значения фазного (U) и междуфазного ($U \cdot \sqrt{3}$) напряжения переменного тока с частотой f_1 от 40 до 450 Гц, %: При U_H в диапазоне свыше 2 В При U_H в диапазоне от 0,1 В до 2 В | $\pm[0,01+0,002 \cdot (1,2 \cdot U_H/U-1)]$ $\pm[0,015+0,003 \cdot (1,2 \cdot U_H/U-1)]$ |
| Диапазон измерений напряжения постоянного тока (U), В | от $0,1 \cdot U_H$ до $1,7 \cdot U_H$ При $U_H = 800$ В - от $0,1 \cdot U_H$ до $1,25 \cdot U_H$ |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений напряжения постоянного тока (U), % При U_H в диапазоне от 5 В до 480 В При U_H в диапазоне от 1 В до 2 В При $U_H = 800$ В | $\pm[0,01+0,005 \cdot (1,7 \cdot U_H/U-1)]$ $\pm[0,015+0,005 \cdot (1,7 \cdot U_H/U-1)]$ $\pm[0,015+0,005 \cdot (1,25 \cdot U_H/U-1)]$ |
| Диапазон измерений среднеквадратического значения силы переменного тока (I), А | от $0,1 \cdot I_H$ до $1,2 \cdot I_H$ |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений среднеквадратического значения силы переменного тока (I) с частотой f_1 от 40 до 450 Гц, % При частоте f_1 от 40 до 70 Гц При частоте f_1 от 70 до 450 Гц | $\pm[0,01+0,002 \cdot (1,2 \cdot I_H/I-1)]$ $\pm[0,02+0,002 \cdot (1,2 \cdot I_H/I-1)]$ |
| Диапазон измерений активной электрической мощности (P), Вт | от $0,01 \cdot P_H$ до $1,44 \cdot P_H$ $P_H = U_H \cdot I_H$ U от $0,1 \cdot U_H$ до $1,2 \cdot U_H$ I от $0,1 \cdot I_H$ до $1,2 \cdot I_H$ |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений активной электрической мощности (P), % Для частоты f_1 от 40 до 70 Гц: $0,9 \leq \cos \varphi \leq 1,0$ При U_H в диапазоне свыше 2 В При U_H равном 1 и 2 В $0,2 \leq \cos \varphi < 0,9$ При U_H в диапазоне свыше 2 В При U_H равном 1 и 2 В Для частоты f_1 от 350 до 450 Гц: $0,9 \leq \cos \varphi \leq 1,0$ При U_H в диапазоне свыше 2 В При U_H равном 1 и 2 В $0,2 \leq \cos \varphi < 0,9$ При U_H в диапазоне свыше 2 В При U_H равном 1 и 2 В | $\pm[0,01+0,004 \cdot (1,44 \cdot P_H/P-1)]$ $\pm[0,02+0,004 \cdot (1,44 \cdot P_H/P-1)]$ $\pm[0,015+0,004 \cdot (1,44 \cdot P_H/P-1)]$ $\pm[0,025+0,004 \cdot (1,44 \cdot P_H/P-1)]$ $\pm[2 \cdot (0,01+0,004 \cdot (1,44 \cdot P_H/P-1))]$ $\pm[2 \cdot (0,02+0,004 \cdot (1,44 \cdot P_H/P-1))]$ $\pm[2 \cdot (0,015+0,004 \cdot (1,44 \cdot P_H/P-1))]$ $\pm[2 \cdot (0,025+0,004 \cdot (1,44 \cdot P_H/P-1))]$ |
| Диапазон измерений активной и реактивной электрической энергии на частоте f_1 от 40 до 70 Гц, кВт·ч | от 0,000001 до 10000 при времени измерений от 4 до 99996 с |

| Наименование характеристики | Значение |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений активной и реактивной электрической энергии, % при времени измерения не менее 1000 с. и $\cos \varphi = 1,0$ | $\pm 0,03$ |
| Диапазон измерений реактивной электрической мощности (Q), вар | от $0,01 \cdot Q_H$ до $1,44 \cdot Q_H$ $Q_H = U_H \cdot I_H$ |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений реактивной электрической мощности (Q) с частотой f_1 от 40 до 450 Гц, вар При $ \sin \varphi $ в диапазоне от 0,9 до 1,0 При $ \sin \varphi $ в диапазоне от 0,2 до 0,9 | $\pm [0,03 + 0,01 \cdot (1,44 \cdot Q_H / Q - 1)]$ $\pm [0,05 + 0,01 \cdot (1,44 \cdot Q_H / Q - 1)]$ |
| Диапазон измерений полной электрической мощности (S), В·А | от $0,01 \cdot S_H$ до $1,44 \cdot S_H$ $S_H = U_H \cdot I_H$ U от $0,1 \cdot U_H$ до $1,2 \cdot U_H$ I от $0,1 \cdot I_H$ до $1,2 \cdot I_H$ |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений полной электрической мощности (S) как в активе с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, % При U_H в диапазоне свыше 2 В При U_H в диапазоне от 0,1 В до 2 В с частотой f_1 от 350 до 450 Гц, % При U_H в диапазоне свыше 2 В При U_H в диапазоне от 0,1 В до 2 В | $\pm [0,02 + 0,005 \cdot (1,2 \cdot U_H / U + 1,2 \cdot I_H / I - 2)]$ $\pm [0,025 + 0,01 \cdot (1,2 \cdot U_H / U + 1,2 \cdot I_H / I - 2)]$ $\pm [2 \cdot (0,02 + 0,005 \cdot (1,2 \cdot U_H / U + 1,2 \cdot I_H / I - 2))]$ $\pm [2 \cdot (0,025 + 0,01 \cdot (1,2 \cdot U_H / U + 1,2 \cdot I_H / I - 2))]$ |
| Диапазон измерений коэффициента мощности ($K_P = P/S$) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц | от 0,1 до 1,0 I от $0,2 \cdot I_H$ до $1,2 \cdot I_H$ U от $0,2 \cdot U_H$ до $1,2 \cdot U_H$ |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента мощности ($K_P = P/S$) | $\pm 0,001$ |
| Диапазон измерений частоты переменного тока (f_1), Гц | от 40 до 450 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты переменного тока, Гц | $\pm 0,0004 \cdot (f/50)$ |
| Диапазон измерений угла фазового сдвига между основными гармоническими составляющими входных напряжений разных фаз при частоте f_1 от 40 до 70 Гц | от 0° до 360° |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига между основными гармоническими составляющими входных напряжений разных фаз при частоте f_1 от 40 до 70 Гц | $\pm 0,01^\circ$ |
| Диапазон измерений угла фазового сдвига между основными гармоническими составляющими напряжения и тока одной фазы (φ_1) при частоте f_1 от 40 до 70 Гц | от 0° до 360° |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига между основными гармоническими составляющими напряжения и тока одной фазы (φ_1) при частоте f_1 от 40 до 70 Гц | $\pm 0,01^\circ$ |
| Диапазон измерений среднеквадратического значения основной гармонической составляющей напряжения (U_{C1}) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, В | от $0,1 \cdot U_H$ до $1,2 \cdot U_H$ |

| Наименование характеристики | Значение |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений среднеквадратического значения основной гармонической составляющей напряжения (U_{C1}) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, % | $\pm[0,01+0,005 \cdot (1,2 \cdot U_H/U_{C1}-1)]$ |
| Диапазон измерений среднеквадратического значения гармонической составляющей напряжения порядка n (U_{Cn}) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, В | от 0 до $0,6 \cdot U_H$ |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений среднеквадратического значения гармонической составляющей напряжения порядка n (U_{Cn}), % от 2 до 20 гармоники от 21 до 50 гармоники | $\pm[0,05+((U_H/U)-2) \cdot 0,001]$; $\pm[0,1+((U_H/U)-2) \cdot 0,01]$ |
| Диапазон измерений среднеквадратического значения интергармонической составляющей напряжения порядка m (U_{Cm}) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, В | от 0 до $0,15 \cdot U_H$ |
| Пределы допускаемой абсолютной и относительной погрешности измерений среднеквадратического значения интергармонической составляющей напряжения порядка m (U_{Cm}), В, % Для m от 0,5 до 50,5 с дискретностью 1,0 При U_{Cm} в диапазоне до $0,01 \cdot U_H$ При U_{Cm} в диапазоне свыше $0,01 \cdot U_H$ | $\Delta: \pm 0,0001 \cdot U_H$; $\delta: \pm 1$ |
| Диапазон измерений среднеквадратического значения основной гармонической составляющей силы тока (I_{C1}) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, А | От $0,1 \cdot I_H$ до $1,2 \cdot I_H$ |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений среднеквадратического значения основной гармонической составляющей силы тока (I_{C1}), % | $\pm[0,01+0,005 \cdot (1,2 \cdot I_H/I_{C1}-1)]$ |
| Диапазон измерений среднеквадратического значения гармонической составляющей тока порядка n (I_{Cn}) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, А | от 0 до $0,6 \cdot I_H$ |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений среднеквадратического значения гармонической составляющей тока порядка n (I_{Cn}), % от 2 до 20 гармоники от 21 до 50 гармоники | $\pm[0,05+((I_H/I)-2) \cdot 0,001]$; $\pm[0,1+((I_H/I)-2) \cdot 0,01]$ |
| Диапазон измерений среднеквадратического значения интергармонической составляющей тока порядка m (I_{Cm}) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, А | от 0 до $0,15 \cdot I_H$ |
| Пределы допускаемой абсолютной и относительной погрешности измерений среднеквадратического значения интергармонической составляющей тока порядка m (I_{Cm}), А m от 0,5 до 50,5 с дискретностью 1,0 При I_{Cm} в диапазоне до $0,01 \cdot I_H$ При I_{Cm} в диапазоне свыше $0,01 \cdot I_H$ | $\Delta: \pm 0,0001 \cdot I_H$; $\delta: \pm 1$ |
| Диапазон измерений угла фазового сдвига между гармониками порядка n напряжения и тока одной фазы с частотой f_1 от 40 до 70 Гц | от 0° до 360° |

| Наименование характеристики | Значение |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| <p>Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига между гармониками порядка n напряжения и тока одной фазы</p> <p>U от $0,2 \cdot U_N$ до $1,2 \cdot U_N$ I от $0,2 \cdot I_N$ до $1,2 \cdot I_N$ $K_I(n)$ и $K_U(n)$ от 2 до 15 % для n от 2 до 10 для n от 11 до 50</p> | $\pm 0,3^\circ$ $\pm 1,0^\circ$ |
| <p>Диапазон измерений коэффициента гармонической составляющей напряжения порядка n [$K_U(n)$] с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, В</p> | от 0 до 49,9 |
| <p>Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента гармонической составляющей напряжения порядка n [$K_U(n)$], %</p> <p>U от $0,2 \cdot U$ до $1,2 \cdot U_N$ При $K_U(n)$ в диапазоне до 1,0 для n от 2 до 40 для n от 41 до 50</p> | $\pm 0,003$ $\pm 0,01$ |
| <p>Пределы допускаемой относительной погрешности измерений коэффициента гармонической составляющей напряжения порядка n [$K_U(n)$], %</p> <p>U от $0,2 \cdot U$ до $1,2 \cdot U_N$ При $K_U(n)$ в диапазоне свыше 1,0 для n от 2 до 40 для n от 41 до 50</p> | $\pm 0,3$ $\pm 1,0$ |
| <p>Диапазон измерений коэффициента гармонической составляющей тока порядка n [$K_I(n)$] с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, А</p> | от 0 до 49,9 |
| <p>Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента гармонической составляющей тока порядка n [$K_I(n)$], %</p> <p>I от $0,2 \cdot I_N$ до $1,2 \cdot I_N$ При $K_I(n)$ в диапазоне до 1,0 для n от 2 до 40 для n от 41 до 50</p> | $\pm 0,003$ $\pm 0,01$ |
| <p>Пределы допускаемой относительной погрешности измерений коэффициента гармонической составляющей тока порядка n [$K_I(n)$], %</p> <p>I от $0,2 \cdot I_N$ до $1,2 \cdot I_N$ При $K_I(n)$ в диапазоне свыше 1,0 для n от 2 до 40 для n от 41 до 50</p> | $\pm 0,3$ $\pm 1,0$ |
| <p>Диапазон измерений активной электрической мощности основной гармонической составляющей (P_1) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, Вт</p> | от $0,01 \cdot P_N$ до $1,44 \cdot P_N$ |
| <p>Пределы допускаемой относительной погрешности измерений активной электрической мощности основной гармонической составляющей (P_1), %</p> <p>При $\cos \varphi$ в диапазоне от 0,5 до 1,0</p> | $\pm [0,015 + 0,01 \cdot (1,44 \cdot P_N / P_1 - 1)]$ |
| <p>Диапазон измерений реактивной электрической мощности основной гармонической составляющей (Q_1) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, Вар</p> | от $0,01 \cdot Q_N$ до $1,44 \cdot Q_N$ |

| Наименование характеристики | Значение |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений реактивной электрической мощности основной гармонической составляющей (Q_1) _p , % При $ \sin \varphi $ в диапазоне от 0,9 до 1 При $ \sin \varphi $ в диапазоне от 0,2 до 0,9 | $\pm[0,03+0,01 \cdot (1,44 \cdot Q_H/Q_1-1)]$ $\pm[0,05+0,01 \cdot (1,44 \cdot Q_H/Q_1-1)]$ |
| Диапазон измерений суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения (THD_U) при U от $0,2 \cdot U_H$ до $1,2 \cdot U_H$ с частотой f_1 от 40 до 70 Гц | От 0 до 49,9 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения (THD_U), % $THD_U < 1,0$ | $\pm 0,003$ |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения (THD_U), % $THD_U \geq 1,0$ | $\pm 0,3$ |
| Диапазон измерений суммарного коэффициента гармонических составляющих силы тока (THD_I) при I от $0,2 \cdot I_H$ до $1,2 \cdot I_H$ с частотой f_1 от 40 до 70 Гц | от 0 до 49,9 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности суммарного коэффициента гармонических составляющих силы тока (THD_I), % $THD_I < 1,0$ | $\pm 0,01$ |
| Пределы допускаемой относительной погрешности суммарного коэффициента гармонических составляющих силы тока (THD_I), % $THD_I \geq 1,0$ | $\pm 1,0$ |
| Диапазон измерений напряжения прямой последовательности основной частоты (U_1) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, В | от 0 до U_H |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения прямой последовательности основной частоты (U_1), В | $\pm(0,0002 \cdot U_H \cdot \sqrt{3})$ |
| Диапазон измерений напряжения нулевой последовательности основной частоты (U_0) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, В | от 0 до U_H |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения нулевой последовательности основной частоты (U_0), В U от $0,5 \cdot U_H$ до $1,2 \cdot U_H$ $K_{0U} < 15\%$ | $\pm 0,0005 \cdot U_H$ |
| Диапазон измерений напряжения обратной последовательности основной частоты (U_2) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, В | от 0 до U_H |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения обратной последовательности основной частоты (U_2), В U от $0,5 \cdot U_H$ до $1,2 \cdot U_H$ $K_{2U} < 15\%$ | $\pm(0,0003 \cdot U_H \cdot \sqrt{3})$ |
| Диапазон измерений коэффициента несимметрии напряжения по обратной последовательности (K_{2U}) и по нулевой последовательности (K_{0U}) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц | от 0 до 50 |

| Наименование характеристики | Значение |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента несимметрии напряжения по обратной последовательности (K_{2U}) и по нулевой последовательности (K_{0U}), % U от $0,5 \cdot U_N$ до $1,2 \cdot U_N$ | $\pm 0,05$ |
| Диапазон измерений тока прямой последовательности основной частоты (I_1) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, А | от 0 до I_N |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений тока прямой последовательности основной частоты (I_1), А | $\pm 0,0002 \cdot I_N$ |
| Диапазон измерений тока нулевой последовательности основной частоты (I_0) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, А | от 0 до I_N |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений тока нулевой последовательности основной частоты (I_0), А | $\pm 0,0005 \cdot I_N$ |
| Диапазон измерений тока обратной последовательности основной частоты (I_2) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, А | от 0 до I_N |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений тока обратной последовательности основной частоты (I_2), А | $\pm 0,0003 \cdot I_N$ |
| Диапазон измерений кратковременной дозы фликера с частотой f_1 от 40 до 70 Гц | от 0,2 до 10 |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений кратковременной дозы фликера, % $f = (f_{ном} \pm 1)$ Гц ; $\Delta U/U \leq 20$ % при колебаниях напряжения, имеющих форму меандра | $\pm 5,0$ |
| Диапазон измерений тангенса угла фазового сдвига между напряжением и током [$\text{tg}(\varphi)$] с частотой f_1 от 40 до 70 Гц | от 0 до 8 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений тангенса угла фазового сдвига между напряжением и током [$\text{tg}(\varphi)$] с частотой f_1 от 40 до 70 Гц От 0 до 2 От 2 до 8 | $\pm 0,001$ $\pm 0,01$ |
| <p>Примечания.</p> <p>1 Частота гармонической составляющей порядка n равна $n \cdot f_1$ и не должна превышать 2550 Гц.</p> <p>2 Частота интергармонической составляющей порядка m равна $m \cdot f_1$ и не должна превышать 2550 Гц.</p> <p>3 Приборы обеспечивают измерение параметров электрической энергии, если амплитудные значения сигналов напряжения и тока не превышают 170 % от U_N и I_N, соответственно.</p> <p>4 Реактивная мощность рассчитывается:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методом перекрестного включения; - методом геометрическим методом <ul style="list-style-type: none"> - методом сдвига сигнала напряжения на 1/4 периода основной гармонической составляющей | |

Таблица 2 – Метрологические характеристики приборов для модификаций "Энергомонитор-3.1КМ-Э х-02-ХЕ-3-6-50" при включении через блок УН-6.1.в дополнение к таблице 1

| Наименование характеристики | Значение |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Диапазон измерений среднеквадратического значения фазного (U) и междуфазного ($U \cdot \sqrt{3}$) напряжения переменного тока, В при $U_{\text{н}}$ из ряда: 10, 100 мВ; 1, 10 В | от $0,1 \cdot U_{\text{н}}$ до $1,2 \cdot U_{\text{н}}$ |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений среднеквадратического значения фазного (U) и междуфазного ($U \cdot \sqrt{3}$) напряжения переменного тока на частоте f_1 от 40 до 70 Гц, %: При $U_{\text{н}}$ в диапазоне свыше 2 В При $U_{\text{н}}$ в диапазоне от 0,01 В до 2 В При $U_{\text{н}} = 10$ мВ | $\pm[0,01+0,002 \cdot (1,2 \cdot U_{\text{н}}/U-1)]$ $\pm[0,015+0,003 \cdot (1,2 \cdot U_{\text{н}}/U-1)]$ $\pm[0,03+0,003 \cdot (1,2 \cdot U_{\text{н}}/U-1)]$ |
| Диапазон измерений среднеквадратического значения напряжения сигнала переменного тока (U_i), В при $U_{\text{н}}$ из ряда: 10, 100; 1000, 10000 мВ на частоте f_1 от 40 до 70 Гц | от $0,1 \cdot U_{\text{н}}$ до $1,2 \cdot U_{\text{н}}$ |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений среднеквадратического значения напряжения сигнала переменного тока (U_i) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, % При U_i в диапазоне: – свыше 2 до 12 В – от 0,01 В до 2 В При $U_{\text{н}} = 10$ мВ | $\pm[0,01+0,002 \cdot (1,2 \cdot U_{\text{н}} / U_i-1)]$ $\pm[0,015+0,003 \cdot (1,2 \cdot U_{\text{н}}/U_i -1)]$ $\pm[0,03+0,003 \cdot (1,2 \cdot U_{\text{н}} /U_i -1)]$ |
| Диапазон измерений активной электрической мощности (P), Вт | от $0,01 \cdot P_{\text{н}}$ до $1,44 \cdot P_{\text{н}}$ $P_{\text{н}} = K_{\text{дн}} \cdot U_{\text{U}} \cdot K_{\text{дт}} \cdot U_i$, где коэффициент приведения по току $K_{\text{дт}}$ - (А/В); коэффициент приведения по напряжению $K_{\text{дн}}$ - (В/В) U_{U} от $0,1 \cdot U_{\text{н}}$ до $1,2 \cdot U_{\text{н}}$ U_i от $0,1 \cdot U_{\text{н}}$ до $1,2 \cdot U_{\text{н}}$ |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений активной электрической мощности (P) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, % $0,9 \leq \cos \varphi \leq 1,0$ при U_{U} и U_i свыше 2 В U_{U} и U_i в диапазоне от 0,01 В до 2 В $0,2 \leq \cos \varphi < 0,9$ При U_{U} и U_i свыше 2 В U_{U} и U_i в диапазоне от 0,01 В до 2 В | $\pm[0,01+0,004 \cdot (1,44 \cdot P_{\text{н}}/P-1)]$ $\pm[0,02+0,004 \cdot (1,44 \cdot P_{\text{н}}/P-1)]$ $\pm[0,015+0,004 \cdot (1,44 \cdot P_{\text{н}}/P-1)]$ $\pm[0,025+0,004 \cdot (1,44 \cdot P_{\text{н}}/P-1)]$ |
| Диапазон измерений активной и реактивной электрической энергии на частоте f_1 от 40 до 70 Гц, кВт·ч | от 0,000001 до 10000 при времени измерений от 4 до 99996 с |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений активной и реактивной электрической энергии, % при времени измерения не менее 1000 с. и $\cos \varphi = 1,0$ | $\pm 0,03$ |

| Наименование характеристики | Значение |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Диапазон измерений реактивной электрической мощности (Q) при частоте f_1 от 40 до 70 Гц, вар | от $0,01 \cdot Q_H$ до $1,44 \cdot Q_H$ $Q_H = K_{ДН} \cdot U_{Ун} \cdot K_{ДТ} \cdot U_{иН}$, где: U_U от $0,1 \cdot U_{Ун}$ до $1,2 \cdot U_{Ун}$ U_i от $0,1 \cdot U_{иН}$ до $1,2 \cdot U_{иН}$ и коэффициент приведения по току $K_{ДТ}$ - (А/В); коэффициент приведения по напряжению $K_{ДН}$ - (В/В) |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений реактивной электрической мощности (Q) при частоте f_1 от 40 до 70 Гц, % При $U_{Ун}$ и $U_{иН}$ не менее 0,01 В; При $ \sin \varphi $ в диапазоне от 0,9 до 1,0; | $\pm[0,03+0,01 \cdot (1,44 \cdot Q_H/Q-1)]$ |
| При $U_{Ун}$ и $U_{иН}$ не менее 0,01 В; При $ \sin \varphi $ в диапазоне от 0,2 до 0,9. | $\pm[0,05+0,01 \cdot (1,44 \cdot Q_H/Q-1)]$ |
| Диапазон измерений полной электрической мощности (S) при частоте f_1 от 40 до 70 Гц, В·А | от $0,01 \cdot S_H$ до $1,44 \cdot S_H$ $S_H = K_{ДН} \cdot U_{Ун} \cdot K_{ДТ} \cdot U_{иН}$, где: U_U от $0,1 \cdot U_{Ун}$ до $1,2 \cdot U_{Ун}$ U_i от $0,1 \cdot U_{иН}$ до $1,2 \cdot U_{иН}$ и размерность $K_{ДТ}$ - (А/В) |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений полной электрической мощности (S), % При U_U и U_i в диапазоне свыше 2 В | $\pm[0,02+0,005 \cdot (1,2 \cdot U_H/U+1,2 \cdot U_{иН}/I-2)]$ |
| При U_U и U_i в диапазоне от 0,01 В вкл. до 2 В | $\pm[0,025+0,01 \cdot (1,2 \cdot U_H/U+1,2 \cdot U_{иН}/I-2)]$ |
| Диапазон измерений угла фазового сдвига между основными гармоническими составляющими напряжения и тока одной фазы (φ_1) при частоте f_1 от 40 до 70 Гц | от 0° до 360° |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига между основными гармоническими составляющими напряжения в канале напряжения и напряжения в канале тока одной фазы (φ_1) при частоте f_1 от 40 до 70 Гц | $\pm 0,01^\circ$ |
| Диапазон измерений среднеквадратического значения основной гармонической составляющей напряжения (U_{C1}) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, В | от $0,1 \cdot U_{Ун}$ до $1,2 \cdot U_{Ун}$ |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений среднеквадратического значения основной гармонической составляющей напряжения (U_{C1}) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, % При $U_{Ун}$ в диапазоне свыше 2 В При $U_{Ун}$ в диапазоне от 0,01 В до 2 В При $U_{Ун} = 10$ мВ | $\pm[0,01+0,002 \cdot (1,2 \cdot U_H/U-1)]$ $\pm[0,015+0,003 \cdot (1,2 \cdot U_H/U-1)]$ $\pm[0,03+0,003 \cdot (1,2 \cdot U_{Ун}/U-1)]$ |
| Диапазон измерений среднеквадратического значения основной гармонической составляющей напряжения сигнала тока (U_{iC1}) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, В | от $0,1 \cdot U_{иН}$ до $1,2 \cdot U_{иН}$ |

| Наименование характеристики | Значение |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений среднеквадратического значения основной гармонической составляющей напряжения сигнала тока, % При U_{iH} из ряда: 0,1; 1; 10 В При $U_{iH} = 10$ мВ | $\pm[0,01+0,005 \cdot (1,2 \cdot U_{iH} / U_{iC1}-1)]$ $\pm[0,02+0,005 \cdot (1,2 \cdot U_{iH} / U_{iC1}-1)]$ |
| Диапазон измерений активной электрической мощности основной гармонической составляющей (P_1) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, Вт | от $0,01 \cdot P_H$ до $1,44 \cdot P_H$ |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений активной электрической мощности основной гармонической составляющей (P_1), % При $ \cos \varphi $ в диапазоне от 0,5 до 1,0 | $\pm[0,015+0,01 \cdot (1,44 \cdot P_H/P_1-1)]$ |
| Диапазон измерений реактивной электрической мощности основной гармонической составляющей (Q_1) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, Вар | от $0,01 \cdot Q_H$ до $1,44 \cdot Q_H$ |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений реактивной электрической мощности основной гармонической составляющей (Q_1), % При $ \sin \varphi $ в диапазоне от 0,9 до 1 При $ \sin \varphi $ в диапазоне от 0,2 до 0,9 | $\pm[0,03+0,01 \cdot (1,44 \cdot Q_H/Q_1-1)]$ $\pm[0,05+0,01 \cdot (1,44 \cdot Q_H/Q_1-1)]$ |
| Диапазон измерений суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения (THD_U) при U от $0,2 \cdot U_{UH}$ до $1,2 \cdot U_{UH}$ с частотой f_1 от 40 до 70 Гц | от 0 до 49,9 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения (THD_U), % $THD_U < 1,0$ | $\pm 0,01$ |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения (THD_U), % $THD_U \geq 1,0$ | $\pm 1,0$ |
| Диапазон измерений суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения сигнала тока (THD_I) при частоте f_1 от 40 до 70 Гц | от 0 до 49,9 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения сигнала тока (THD_I), % $THD_i < 1,0$ | $\pm 0,01$ |
| Пределы допускаемой относительной погрешности суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения сигнала тока (THD_I), % $THD_i \geq 1,0$ | $\pm 1,0$ |
| Диапазон измерений напряжения прямой последовательности основной частоты (U_1) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, В | от 0 до U_{UH} |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения прямой последовательности основной частоты (U_1), В При U_{UH} 100 мВ и более | $\pm(0,0002 \cdot U_{UH} \cdot \sqrt{3})$ |

| Наименование характеристики | Значение |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Диапазон измерений напряжения нулевой последовательности основной частоты (U_0) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, В | от 0 до U_{UH} |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения нулевой последовательности основной частоты (U_0), В При U_{UH} 100 мВ и более U от $0,5 \cdot U_{UH}$ до $1,2 \cdot U_{UH}$ $K_{0U} < 15\%$ | $\pm 0,0005 \cdot U_{UH}$ |
| Диапазон измерений напряжения обратной последовательности основной частоты (U_2) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, В | от 0 до U_{UH} |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения обратной последовательности основной частоты (U_2), В При U_{UH} 100 мВ и более U от $0,5 \cdot U_{UH}$ до $1,2 \cdot U_{UH}$ $K_{2U} < 15\%$ | $\pm (0,0003 \cdot U_{UH} \cdot \sqrt{3})$ |
| Диапазон измерений коэффициента несимметрии напряжения по обратной последовательности (K_{2U}) и по нулевой последовательности (K_{0U}) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц | от 0 до 50 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента несимметрии напряжения по обратной последовательности (K_{2U}) и по нулевой последовательности (K_{0U}), % При U_{UH} 100 мВ и более U от $0,5 \cdot U_{UH}$ до $1,2 \cdot U_{UH}$ | $\pm 0,05$ |
| Диапазон измерений напряжения сигнала тока прямой последовательности основной частоты (U_{i1}) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, В | от 0 до U_{iH} |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения сигнала тока прямой последовательности основной частоты (U_{i1}), В | $\pm 0,0002 \cdot U_{iH}$ |
| Диапазон измерений напряжения сигнала тока нулевой последовательности основной частоты (U_{i0}) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, В | от 0 до U_{iH} |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения сигнала тока нулевой последовательности основной частоты (U_{i0}), В | $\pm 0,0005 \cdot U_{iH}$ |
| Диапазон измерений напряжения сигнала тока обратной последовательности основной частоты (U_{i2}) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, В | от 0 до U_{iH} |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения сигнала тока обратной последовательности основной частоты (U_{i2}), В | $\pm 0,0003 \cdot U_{iH}$ |

| Наименование характеристики | Значение |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Примечания. | |
| 1 Частота гармонической составляющей порядка n равна $n \cdot f_1$ и не должна превышать 2550 Гц; | |
| 2 Частота интергармонической составляющей порядка m равна $m \cdot f_1$ и не должна превышать 2550 Гц; | |
| 3 Приборы обеспечивают измерение параметров электрической энергии, если амплитудные значения сигналов напряжения и тока не превышают 170 % от U_H и I_H , соответственно; | |
| 4 Реактивная мощность рассчитывается: | |
| - методом перекрестного включения; | |
| - методом геометрическим методом | |
| - методом сдвига сигнала напряжения на 1/4 периода основной гармонической составляющей | |

Таблица 3 - Метрологические характеристики приборов для модификаций "Энергомонитор-3.1КМ-Э х-05-ТХ-2-5-50/400" при прямом подключении

| Наименование характеристики | Значение |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Диапазон измерений среднеквадратического значения фазного (U) и междуфазного ($U \cdot \sqrt{3}$) напряжения переменного тока, В при U_H из ряда: 1, 2, 5, 10, 30, 60, 120, 240, 480, 800 В | от $0,1 \cdot U_H$ до $1,2 \cdot U_H$ |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений среднеквадратического значения фазного (U) и междуфазного ($U \cdot \sqrt{3}$) напряжения переменного тока с частотой f_1 от 40 до 450 Гц, %: При U_H в диапазоне свыше 2 В При U_H в диапазоне от 0,1 В до 2 В | $\pm[0,02+0,005 \cdot (1,2 \cdot U_H/U-1)]$ $\pm[0,03+0,006 \cdot (1,2 \cdot U_H/U-1)]$ |
| Диапазон измерений напряжения постоянного тока (U), В При U_H в диапазоне до 480 В При $U_H = 800$ В | от $0,1 \cdot U_H$ до $1,7 \cdot U_H$ от $0,1 \cdot U_H$ до $1,25 \cdot U_H$ |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений напряжения постоянного тока (U), % При U_H в диапазоне до 480 В При $U_H = 800$ В | $\pm[0,02+0,005 \cdot (1,7 \cdot U_H/U-1)]$ $\pm[0,02+0,005 \cdot (1,25 \cdot U_H/U-1)]$ |
| Диапазон измерений среднеквадратического значения силы переменного тока (I), А | от $0,1 \cdot I_H$ до $1,2 \cdot I_H$ |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений среднеквадратического значения силы переменного тока (I) с частотой f_1 от 40 до 450 Гц при I_H из ряда: 0,05; 0,1; 0,25; 0,5; 1; 2,5; 5; 10; 25; 50; 100 А, % При частоте f_1 от 40 до 70 Гц При частоте f_1 от 350 до 450 Гц | $\pm[0,02+0,005 \cdot (1,2 \cdot I_H/I-1)]$ $\pm[0,04+0,005 \cdot (1,2 \cdot I_H/I-1)]$ |
| Диапазон измерений активной электрической мощности (P), Вт | от $0,01 \cdot P_H$ до $1,44 \cdot P_H$ $P_H = U_H \cdot I_H$ U от $0,1 \cdot U_H$ до $1,2 \cdot U_H$ I от $0,1 \cdot I_H$ до $1,2 \cdot I_H$ |

| Наименование характеристики | Значение |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений активной электрической мощности (P), % При частоте f_1 от 40 до 70 Гц При частоте f_1 от 350 до 450 Гц | $\pm[0,05+0,01 \cdot (1,44 \cdot P_H/P-1)]$ $\pm[0,07+0,01 \cdot (1,44 \cdot P_H/P-1)]$ |
| Диапазон измерений активной и реактивной электрической энергии на частоте f_1 от 40 до 70 Гц, кВт·ч | от 0,000001 до 10000 при времени измерений от 4 до 99996 с |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений активной и реактивной электрической энергии, % при времени измерения не менее 1000 с. и $\cos \varphi = 1,0$ | $\pm 0,05$ |
| Диапазон измерений реактивной электрической мощности (Q), вар | от $0,01 \cdot Q_H$ до $1,44 \cdot Q_H$ $Q_H = U_H \cdot I_H$ |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений реактивной электрической мощности (Q) с частотой f_1 от 40 до 450 Гц | $\pm[0,1+0,02 \cdot (1,44 \cdot Q_H/Q-1)]$ |
| Диапазон измерений полной электрической мощности (S), В·А | от $0,01 \cdot S_H$ до $1,44 \cdot S_H$ $S_H = U_H \cdot I_H$ U от $0,1 \cdot U_H$ до $1,2 \cdot U_H$ I от $0,1 \cdot I_H$ до $1,2 \cdot I_H$ |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений полной электрической мощности (S) с частотой f_1 от 40 до 450 Гц, % | $\pm[0,05+0,01 \cdot (1,2 \cdot U_H/U + 1,2 \cdot I_H/I-2)]$ |
| Диапазон измерений коэффициента мощности ($K_P=P/S$) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц | от 0,1 до 1,0 I от $0,2 \cdot I_H$ до $1,2 \cdot I_H$ U от $0,2 \cdot U_H$ до $1,2 \cdot U_H$ |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента мощности ($K_P=P/S$) | $\pm 0,005$ |
| Диапазон измерений частоты переменного тока (f_1), Гц | от 40 до 70 U от $0,2 \cdot U_H$ до $1,2 \cdot U_H$ I от $0,2 \cdot I_H$ до $1,2 \cdot I_H$ |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты переменного тока (при f_1 от 40 до 450 Гц), Гц | $\pm 0,001 \cdot (f/50)$ |
| Диапазон измерений угла фазового сдвига между основными гармоническими составляющими входных напряжений разных фаз при частоте f_1 от 40 до 70 Гц | от 0° до 360° |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига между основными гармоническими составляющими входных напряжений разных фаз при частоте f_1 от 40 до 70 Гц | $\pm 0,03^\circ$ |
| Диапазон измерений угла фазового сдвига между основными гармоническими составляющими напряжения и тока одной фазы (φ_1) при частоте f_1 от 40 до 70 Гц | от 0° до 360° |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига между основными гармоническими составляющими напряжения и тока одной фазы (φ_1) при частоте f_1 от 40 до 70 Гц | $\pm 0,03^\circ$ |

| Наименование характеристики | Значение |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Диапазон измерений среднеквадратического значения основной гармонической составляющей напряжения (U_{C1}) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, В | от $0,1 \cdot U_H$ до $1,2 \cdot U_H$ |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений среднеквадратического значения основной гармонической составляющей напряжения (U_{C1}) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, % При U_H из ряда: 1, 2, 5, 10, 30, 60, 120, 240, 480, 800 В | $\pm[0,02+0,005 \cdot (1,2 \cdot U_H/U_{C1}-1)]$ |
| Диапазон измерений среднеквадратического значения гармонической составляющей напряжения порядка n (U_{Cn}) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, В | от 0 до $0,6 \cdot U_H$ |
| Пределы допускаемой погрешности измерений среднеквадратического значения гармонической составляющей напряжения порядка n (U_{Cn}), В При U_{Cn} в диапазоне до $0,01 \cdot U_H$ от 2 до 20 гармоники от 21 до 50 гармоники | $\pm[0,1+((U_H/U)-2) \cdot 0,001]$; $\pm[0,2+((U_H/U)-2) \cdot 0,01]$ |
| Диапазон измерений среднеквадратического значения интергармонической составляющей напряжения порядка m (U_{Cm}) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, В | От 0 до $0,15 \cdot U_H$ |
| Пределы допускаемой погрешности измерений среднеквадратического значения интергармонической составляющей напряжения порядка m (U_{Cm}), В Для m от 0,5 до 50,5 с дискретностью 1,0 При U_{Cm} в диапазоне до $0,01 \cdot U_H$ При U_{Cm} в диапазоне свыше $0,01 \cdot U_H$ | $\Delta: \pm 0,00015 \cdot U_H$; $\delta: \pm 1,5$ |
| Диапазон измерений среднеквадратического значения гармонической составляющей силы тока (I_{C1}) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, А | от $0,1 \cdot I_H$ до $1,2 \cdot I_H$ |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений среднеквадратического значения основной гармонической составляющей силы тока (I_{C1}), % | $\pm[0,02+0,005 \cdot (1,2 \cdot I_H/I_{C1}-1)]$ |
| Диапазон измерений среднеквадратического значения гармонической составляющей тока порядка n (I_{Cn}) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, А | от 0 до $0,6 \cdot I_H$ |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений среднеквадратического значения гармонической составляющей тока порядка n (I_{Cn}), А При I_{Cn} в диапазоне до $0,01 \cdot I_H$ от 2 до 20 гармоники от 21 до 50 гармоники | $\pm[0,1+((I_H/I)-2) \cdot 0,001]$; $\pm[0,2+((I_H/I)-2) \cdot 0,01]$ |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений среднеквадратического значения гармонической составляющей тока порядка n (I_{Cn}), % Для n от 2 до 50 При I_{Cn} в диапазоне свыше $0,01 \cdot I_H$ | $\pm 0,1$ |
| Диапазон измерений среднеквадратического значения интергармонической составляющей тока порядка m (I_{Cm}) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, А | от 0 до $0,15 \cdot I_H$ |

| Наименование характеристики | Значение |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений среднеквадратического значения интергармонической составляющей тока порядка m (I_{Cm}), А m от 0,5 до 50,5 с дискретностью 1,0 При I_{Cm} в диапазоне до $0,01 \cdot I_H$ При I_{Cm} в диапазоне свыше $0,01 \cdot I_H$ | $\Delta: \pm 0,00015 \cdot I_H;$ $\delta: \pm 1.5$ |
| Диапазон измерений угла фазового сдвига между гармониками порядка n напряжения и тока одной фазы с частотой f_1 от 40 до 70 Гц | от 0° до 360° |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига между гармониками порядка n напряжения и тока одной фазы U от $0,2 \cdot U_H$ до $1,2 \cdot U_H$ I от $0,2 \cdot I_H$ до $1,2 \cdot I_H$ $K_I(n)$ и $K_U(n)$ от 2 до 15 % для n от 2 до 10 для n от 11 до 50 | $\pm 1,0^\circ$ $\pm 3,0^\circ$ |
| Диапазон измерений коэффициента гармонической составляющей напряжения порядка n [$K_U(n)$] с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, В | от 0 до 49,9 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента гармонической составляющей напряжения порядка n [$K_U(n)$], % U от $0,2 \cdot U$ до $1,2 \cdot U_H$ При $K_U(n)$ в диапазоне до 1,0 от 2 до 20 гармоники от 21 до 50 гармоники | $\pm 0,005$ $\pm 0,015$ |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений коэффициента гармонической составляющей напряжения порядка n [$K_U(n)$], % U от $0,2 \cdot U$ до $1,2 \cdot U_H$ При $K_U(n)$ в диапазоне свыше 1,0 от 2 до 20 гармоники от 21 до 50 гармоники | $\pm 0,5$ $\pm 1,5$ |
| Диапазон измерений коэффициента гармонической составляющей тока порядка n [$K_I(n)$] с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, А | от 0 до 49,9 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента гармонической составляющей тока порядка n [$K_I(n)$], % Для n от 2 до 50 I от $0,2 \cdot I_H$ до $1,2 \cdot I_H$ При $K_I(n)$ в диапазоне до 1,0 | $\pm 0,05$ |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений коэффициента гармонической составляющей тока порядка n [$K_I(n)$], % Для n от 2 до 50 I от $0,2 \cdot I_H$ до $1,2 \cdot I_H$ При $K_I(n)$ в диапазоне свыше 1,0 | ± 5 |
| Диапазон измерений активной электрической мощности основной гармонической составляющей (P_1) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, Вт | от $0,01 \cdot P_H$ до $1,44 \cdot P_H$ U от $0,1 \cdot U_H$ до $1,2 \cdot U_H$ I от $0,1 \cdot I_H$ до $1,2 \cdot I_H$ |

| Наименование характеристики | Значение |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений активной электрической мощности основной гармонической составляющей (P_1), % При $ \cos \phi $ в диапазоне от 0,5 до 1,0 | $\pm[0,05+0,01 \cdot (1,44 \cdot P_H/P-1)]$ |
| Диапазон измерений реактивной электрической мощности основной гармонической составляющей (Q_1)p с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, Вар | от $0,01 \cdot Q_H$ до $1,44 \cdot Q_H$ U от $0,1 \cdot U_H$ до $1,2 \cdot U_H$ I от $0,1 \cdot I_H$ до $1,2 \cdot I_H$ |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений реактивной электрической мощности основной гармонической составляющей (Q_1)p, % | $\pm[0,1+0,02 \cdot (1,44 \cdot Q_H/Q_1-1)]$ |
| Диапазон измерений суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения (THD_U) при U от $0,2 \cdot U_H$ до $1,2 \cdot U_H$ с частотой f_1 от 40 до 70 Гц | от 0 до 49,9 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения (THD_U), % $THD_U < 1,0$ | $\pm 0,05$ |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения (THD_U), % $THD_U \geq 1,0$ | ± 5 |
| Диапазон измерений суммарного коэффициента гармонических составляющих силы тока (THD_I) при I от $0,2 \cdot I_H$ до $1,2 \cdot I_H$ с частотой f_1 от 40 до 70 Гц | от 0 до 49,9 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности суммарного коэффициента гармонических составляющих силы тока (THD_I), % $THD_I < 1,0$ | $\pm 0,05$ |
| Пределы допускаемой относительной погрешности суммарного коэффициента гармонических составляющих силы тока (THD_I), % $THD_I \geq 1,0$ | ± 5 |
| Диапазон измерений напряжения прямой последовательности основной частоты (U_1) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, В | от 0 до U_H |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения прямой последовательности основной частоты (U_1), В | $\pm(0,0004 \cdot U_H \cdot \sqrt{3})$ |
| Диапазон измерений напряжения нулевой последовательности основной частоты (U_0) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, В | от 0 до U_H |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения нулевой последовательности основной частоты (U_0), В U от $0,5 \cdot U_H$ до $1,2 \cdot U_H$ $K_{0U} < 15 \%$ | $\pm 0,001 \cdot U_H$ |
| Диапазон измерений напряжения обратной последовательности основной частоты (U_2) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, В | от 0 до U_H |

| Наименование характеристики | Значение |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения обратной последовательности основной частоты (U_2), В U от $0,5 \cdot U_H$ до $1,2 \cdot U_H$ $K_{2U} < 15\%$ | $\pm(0,0006 \cdot U_H \cdot \sqrt{3})$ |
| Диапазон измерений коэффициента несимметрии напряжения по обратной последовательности (K_{2U}) и по нулевой последовательности (K_{0U}) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц | от 0 до 50 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента несимметрии напряжения по обратной последовательности (K_{2U}) и по нулевой последовательности (K_{0U}), % U от $0,5 \cdot U_H$ до $1,2 \cdot U_H$ | $\pm 0,2$ |
| Диапазон измерений тока прямой последовательности основной частоты (I_1) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, А | от 0 до I_H |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений тока прямой последовательности основной частоты (I_1), А | $\pm 0,0004 \cdot I_H$ |
| Диапазон измерений тока нулевой последовательности основной частоты (I_0) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, А | от 0 до I_H |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений тока нулевой последовательности основной частоты (I_0), А | $\pm 0,001 \cdot I_H$ |
| Диапазон измерений тока обратной последовательности основной частоты (I_2) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, А | от 0 до I_H |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений тока обратной последовательности основной частоты (I_2), А | $\pm 0,0006 \cdot I_H$ |
| Диапазон измерений кратковременной дозы фликера с частотой f_1 от 40 до 70 Гц | от 0,2 до 10 |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений кратковременной дозы фликера, % $f = (f_{ном} \pm 1)$ Гц ; $\Delta U/U \leq 20\%$ при колебаниях напряжения, имеющих форму меандра | $\pm 5,0$ |
| Диапазон измерений тангенса угла фазового сдвига между напряжением и током [$\text{tg}(\varphi)$] с частотой f_1 от 40 до 70 Гц | от 0 до 8 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений тангенса угла фазового сдвига между напряжением и током [$\text{tg}(\varphi)$] От 0 до 2 не включ От 2 до 8 | $\pm 0,003$ $\pm 0,035$ |

| Наименование характеристики | Значение |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Примечания. | |
| 1 Частота гармонической составляющей порядка n равна $n \cdot f_1$ и не должна превышать 2550 Гц. | |
| 2 Частота интергармонической составляющей порядка m равна $m \cdot f_1$ и не должна превышать 2550 Гц. | |
| 3 Приборы обеспечивают измерение параметров электрической энергии, если амплитудные значения сигналов напряжения и тока не превышают 170 % от U_H и I_H , соответственно. | |
| 4 Реактивная мощность рассчитывается: | |
| - методом перекрестного включения; | |
| - методом геометрическим методом | |
| - методом сдвига сигнала напряжения на 1/4 периода основной гармонической составляющей | |

Таблица.4 – Метрологические характеристики для приборов модификаций "Энергомонитор-3.1КМ-Э х-05-ХЕ-3-6-50" при включении через блок УН-6.1 в дополнение к таблице 3

| Наименование характеристики | Значение |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Диапазон измерений среднеквадратического значения фазного (U) и междуфазного ($U \cdot \sqrt{3}$) напряжения переменного тока, В при U_{UH} из ряда: 10, 100 мВ; 1, 10 В | от $0,1 \cdot U_{UH}$ до $1,2 \cdot U_{UH}$ |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений среднеквадратического значения фазного (U) и междуфазного ($U \cdot \sqrt{3}$) напряжения переменного тока с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, %: При U_{UH} в диапазоне свыше 2 В При U_{UH} в диапазоне от 0,01 В до 2 В При $U_{UH} = 10$ мВ | $\pm[0,02+0,005 \cdot (1,2 \cdot U_H/U-1)]$ $\pm[0,03+0,006 \cdot (1,2 \cdot U_H/U-1)]$ $\pm[0,04+0,01 \cdot (1,2 \cdot U_H/U-1)]$ |
| Диапазон измерений среднеквадратического значения напряжения сигнала переменного тока (U_i), В при U_{iH} из ряда: 10, 100; 1000, 10000 мВ с частотой f_1 от 40 до 70 Гц | от $0,1 \cdot U_{iH}$ до $1,2 \cdot U_{iH}$ |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений среднеквадратического значения напряжения сигнала переменного тока (U_i) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, % При U_i в диапазоне: – свыше 2 до 12 В – от 0,01 В до 2 В При $U_{iH} = 10$ мВ | $\pm[0,02+0,005 \cdot (1,2 \cdot U_{iH} / U_i - 1)]$ $\pm[0,03+0,006 \cdot (1,2 \cdot U_{iH} / U_i - 1)]$ $\pm[0,04+0,01 \cdot (1,2 \cdot U_{iH} / U_i - 1)]$ |
| Диапазон измерений активной электрической мощности (P), Вт | от $0,01 \cdot P_H$ до $1,44 \cdot P_H$ $P_H = K_{дн} \cdot U_{UH} \cdot K_{дт} \cdot U_{iH}$, где: U_U от $0,1 \cdot U_{UH}$ до $1,2 \cdot U_{UH}$ U_i от $0,1 \cdot U_{iH}$ до $1,2 \cdot U_{iH}$ и размерность $K_{дт}$ - (А/В) |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений активной электрической мощности (P) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, % | $\pm[0,05+0,01 \cdot (1,44 \cdot P_H/P-1)]$ |

| Наименование характеристики | Значение |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Диапазон измерений активной и реактивной электрической энергии на частоте f_1 от 40 до 70 Гц, кВт·ч | от 0,000001 до 10000 при времени измерений от 4 до 99996 с |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений активной и реактивной электрической энергии, % при времени измерения не менее 1000 с. и $\cos \varphi = 1,0$ | $\pm 0,05$ |
| Диапазон измерений реактивной электрической мощности (Q) при частоте f_1 от 40 до 70 Гц, вар | от $0,01 \cdot Q_H$ до $1,44 \cdot Q_H$ $Q_H = K_{дн} \cdot U_{УН} \cdot K_{дт} \cdot U_{ин}$, где: U_U от $0,1 \cdot U_{УН}$ до $1,2 \cdot U_{УН}$ U_i от $0,1 \cdot U_{ин}$ до $1,2 \cdot U_{ин}$ и размерность $K_{дт}$ - (А/В) |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений реактивной электрической мощности (Q) при частоте f_1 от 40 до 70 Гц, % | $\pm [0,1 + 0,02 \cdot (1,44 \cdot Q_H / Q - 1)]$ |
| Диапазон измерений полной электрической мощности (S) при частоте f_1 от 40 до 70 Гц, В·А | от $0,01 \cdot S_H$ до $1,44 \cdot S_H$ $S_H = K_{дн} \cdot U_{УН} \cdot K_{дт} \cdot U_{ин}$, где: U_U от $0,1 \cdot U_{УН}$ до $1,2 \cdot U_{УН}$ U_i от $0,1 \cdot U_{ин}$ до $1,2 \cdot U_{ин}$ и размерность $K_{дт}$ - (А/В) |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений полной электрической мощности (S), % | $\pm [0,05 + 0,01 \cdot (1,2 \cdot U_H / U + 1,2 \cdot U_{ин} / U_i - 2)]$ |
| Диапазон измерений среднеквадратического значения гармонической составляющей напряжения (U_{C1}) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, В | от $0,1 \cdot U_{УН}$ до $1,2 \cdot U_{УН}$ |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений среднеквадратического значения основной гармонической составляющей напряжения (U_{C1}) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, % При $U_{УН}$ из ряда: 0,1; 1; 10 В При $U_{УН} = 10$ мВ | $\pm [0,02 + 0,005 \cdot (1,2 \cdot U_{УН} / U - 1)]$ $\pm [0,04 + 0,01 \cdot (1,2 \cdot U_{УН} / U - 1)]$ |
| Диапазон измерений среднеквадратического значения гармонической составляющей напряжения сигнала тока (U_{iC1}) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, В | от $0,1 \cdot U_{ин}$ до $1,2 \cdot U_{ин}$ |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений среднеквадратического значения основной гармонической составляющей напряжения сигнала тока, % При $U_{ин}$ из ряда: 0,1; 1; 10 В При $U_{ин} = 10$ мВ | $\pm [0,02 + 0,005 \cdot (1,2 \cdot U_{ин} / U_{iC1} - 1)]$ $\pm [0,04 + 0,01 \cdot (1,2 \cdot U_{ин} / U_{iC1} - 1)]$ |
| Диапазон измерений активной электрической мощности гармонической составляющей (P_1) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, Вт | от $0,01 \cdot P_H$ до $1,44 \cdot P_H$ |

| Наименование характеристики | Значение |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений активной электрической мощности основной гармонической составляющей (P_1), % При $ \cos \varphi $ в диапазоне от 0,5 до 1,0 | $\pm[0,05+0,01 \cdot (1,32 \cdot P_H/P_1-1)]$ |
| Диапазон измерений реактивной электрической мощности гармонической составляющей (Q_1) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, Вар | от $0,01 \cdot Q_H$ до $1,44 \cdot Q_H$ |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений реактивной электрической мощности основной гармонической составляющей (Q_1), % | $\pm[0,1+0,02 \cdot (1,44 \cdot Q_H/Q_1-1)]$ |
| Диапазон измерений суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения (THD_U) при U от $0,2 \cdot U_{UH}$ до $1,2 \cdot U_{UH}$ с частотой f_1 от 40 до 70 Гц | от 0 до 49,9 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения (THD_U), % $THD_U < 1,0$ | $\pm 0,05$ |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения (THD_U), % $THD_U \geq 1,0$ | ± 5 |
| Диапазон измерений суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения сигнала тока (THD_I) при частоте f_1 от 40 до 70 Гц | от 0 до 49,9 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения сигнала тока (THD_I), % $THD_I < 1,0$ | $\pm 0,05$ |
| Пределы допускаемой относительной погрешности суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения сигнала тока (THD_I), % $THD_I \geq 1,0$ | ± 5 |
| Диапазон измерений напряжения прямой последовательности основной частоты (U_1) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, В | от 0 до U_{UH} |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения прямой последовательности основной частоты (U_1), В При U_{UH} 100 мВ и более | $\pm(0,0004 \cdot U_{UH} \cdot \sqrt{3})$ |
| Диапазон измерений напряжения нулевой последовательности основной частоты (U_0) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, В | от 0 до U_{UH} |

| Наименование характеристики | Значение |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения нулевой последовательности основной частоты (U_0), В При U_{UH} 100 мВ и более U от $0,5 \cdot U_{UH}$ до $1,2 \cdot U_{UH}$ $K_{0U} < 15\%$ | $\pm 0,001 \cdot U_{UH}$ |
| Диапазон измерений напряжения обратной последовательности основной частоты (U_2) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, В | от 0 до U_{UH} |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения обратной последовательности основной частоты (U_2), В При U_{UH} 100 мВ и более U от $0,5 \cdot U_{UH}$ до $1,2 \cdot U_{UH}$ $K_{2U} < 15\%$ | $\pm(0,0006 \cdot U_{UH} \cdot \sqrt{3})$ |
| Диапазон измерений коэффициента несимметрии напряжения по обратной последовательности (K_{2U}) и по нулевой последовательности (K_{0U}) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц | от 0 до 50 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента несимметрии напряжения по обратной последовательности (K_{2U}) и по нулевой последовательности (K_{0U}), % При U_{UH} 100 мВ и более U от $0,5 \cdot U_{UH}$ до $1,2 \cdot U_{UH}$ | $\pm 0,2$ |
| Диапазон измерений напряжения сигнала тока прямой последовательности основной частоты (U_{i1}) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, В | от 0 до U_{iH} |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения сигнала тока прямой последовательности основной частоты (U_{i1}), В | $\pm 0,0004 \cdot U_{iH}$ |
| Диапазон измерений напряжения сигнала тока нулевой последовательности основной частоты (U_{i0}) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, В | от 0 до U_{iH} |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения сигнала тока нулевой последовательности основной частоты (U_{i0}), В | $\pm 0,001 \cdot U_{iH}$ |
| Диапазон измерений напряжения сигнала тока обратной последовательности основной частоты (U_{i2}) с частотой f_1 от 40 до 70 Гц, В | от 0 до U_{iH} |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения сигнала тока обратной последовательности основной частоты (U_{i2}), В | $\pm 0,0006 \cdot U_{iH}$ |

| Наименование характеристики | Значение |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Примечания. | |
| 1 Частота гармонической составляющей порядка n равна $n \cdot f_1$ и не должна превышать 2550 Гц. | |
| 2 Частота интергармонической составляющей порядка m равна $m \cdot f_1$ и не должна превышать 2550 Гц. | |
| 3 Приборы обеспечивают измерение параметров электрической энергии, если амплитудные значения сигналов напряжения и тока не превышают 170 % от U_N и I_N , соответственно. | |
| 4 Реактивная мощность рассчитывается: | |
| - методом перекрестного включения; | |
| - методом геометрическим методом; | |
| - методом сдвига сигнала напряжения на 1/4 периода основной гармонической составляющей. | |

Таблица 5 – Метрологические характеристики приборов для модификаций "Энергомонитор-3.1КМ-Э х-02-Тх" при поверке трансформаторов напряжения (ТН) и трансформаторов тока (ТТ)

| Наименование характеристики | Значение |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Диапазон измерений погрешности напряжения ТН, % U от $0,2 \cdot U_{НОМ}$ до $1,2 \cdot U_{НОМ}$ $f = (f_{НОМ} \pm 1)$ Гц | $\pm 0,1999$ $\pm 1,999$ $\pm 19,99$ |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений погрешности напряжения ТН, % $\pm 0,1999$ % $\pm 1,999$ % $\pm 19,99$ % | $\pm 0,002$ $\pm 0,02$ $\pm 0,2$ |
| Диапазон измерений угловой погрешности ТН U от $0,2 \cdot U_{НОМ}$ до $1,2 \cdot U_{НОМ}$ $f = (f_{НОМ} \pm 1)$ Гц | $\pm 600'$ $\pm 180^\circ$ |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений угловой погрешности ТН, минута $\pm 600'$ $\pm 180^\circ$ | $\pm 0,1$ $\pm 1,0$ |
| Диапазон измерений токовой погрешности ТТ, % I от $0,01 \cdot I_{НОМ}$ до $1,2 \cdot I_{НОМ}$ $f = (f_{НОМ} \pm 1)$ Гц | $\pm 0,1999$ $\pm 1,999$ $\pm 19,99$ |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений токовой погрешности ТТ, % $\pm 0,1999$ % $\pm 1,999$ % $\pm 19,99$ % | $\pm 0,002$ $\pm 0,02$ $\pm 0,2$ |
| Диапазон измерений угловой погрешности ТТ I от $0,01 \cdot I_{НОМ}$ до $1,2 \cdot I_{НОМ}$ $f = (f_{НОМ} \pm 1)$ Гц | $\pm 600'$ $\pm 180^\circ$ |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений угловой погрешности ТТ, минута $\pm 600'$ $\pm 180^\circ$ | $\pm 0,1$ $\pm 1,0$ |
| $U_{НОМ}$ – номинальное вторичное напряжение поверяемого ТН; $I_{НОМ}$ – номинальный вторичный ток поверяемого ТТ; $f_{НОМ}$ – номинальная частота поверяемого ТТ или ТН (50 или 60 Гц). | |

Таблица 6 - Метрологические характеристики приборов для модификаций "Энергомонитор-3.1КМ-Э х-05-Тх" при поверке трансформаторов напряжения (ТН) и трансформаторов тока (ТТ)

| Наименование характеристики | Значение |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Диапазон измерений погрешности напряжения ТН, % U от $0,2 \cdot U_{\text{ном}}$ до $1,2 \cdot U_{\text{ном}}$ $f = (f_{\text{ном}} \pm 1)$ Гц | $\pm 0,1999$ $\pm 1,999$ $\pm 19,99$ |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений погрешности напряжения ТН, % $\pm 0,1999$ % $\pm 1,999$ % $\pm 19,99$ % | $\pm 0,005$ $\pm 0,05$ $\pm 0,5$ |
| Диапазон измерений угловой погрешности ТН U от $0,2 \cdot U_{\text{ном}}$ до $1,2 \cdot U_{\text{ном}}$ $f = (f_{\text{ном}} \pm 1)$ Гц | $\pm 600'$ $\pm 180^\circ$ |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений угловой погрешности ТН, минута $\pm 600'$ $\pm 180^\circ$ | $\pm 0,2$ $\pm 2,0$ |
| Диапазон измерений токовой погрешности ТТ, % I от $0,01 \cdot I_{\text{ном}}$ до $1,2 \cdot I_{\text{ном}}$ $f = (f_{\text{ном}} \pm 1)$ Гц | $\pm 0,1999$ $\pm 1,999$ $\pm 19,99$ |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений токовой погрешности ТТ, % $\pm 0,1999$ % $\pm 1,999$ % $\pm 19,99$ % | $\pm 0,005$ $\pm 0,05$ $\pm 0,5$ |
| Диапазон измерений угловой погрешности ТТ I от $0,01 \cdot I_{\text{ном}}$ до $1,2 \cdot I_{\text{ном}}$ $f = (f_{\text{ном}} \pm 1)$ Гц | $\pm 600'$ $\pm 180^\circ$ |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений угловой погрешности ТТ, минута $\pm 600'$ $\pm 180^\circ$ | $\pm 0,2$ $\pm 2,0$ |
| $U_{\text{ном}}$ – номинальное вторичное напряжение поверяемого ТН; $I_{\text{ном}}$ – номинальный вторичный ток поверяемого ТТ; $f_{\text{ном}}$ - номинальная частота поверяемого ТТ или ТН (50 или 60 Гц). | |

Таблица 7 - Метрологические характеристики приборов при измерении показателей качества

| Наименование характеристики | Значение |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Диапазон измерений длительности провала (прерывания) напряжения ($\Delta t_{\text{п}}$), с | от 0,02 до 60 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длительности провала (прерывания) напряжения ($\Delta t_{\text{п}}$), с | $\pm 0,02$ |
| Диапазон измерений глубины провала напряжения ($\delta U_{\text{п}}$), % | от 10 до 100 |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений глубины провала напряжения ($\delta U_{\text{п}}$), % | $\pm 10,0$ |
| Диапазон измерений коэффициента временного перенапряжения ($K_{\text{пер} U}$) | от 1,10 до 7,99 |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений коэффициента временного перенапряжения ($K_{\text{пер} U}$), % | $\pm 2,0$ |
| Диапазон измерений длительности временного перенапряжения ($\Delta t_{\text{пер}}$), с | от 0,02 до 60 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длительности временного перенапряжения ($\Delta t_{пер}$), с | $\pm 0,02$ |
| $f = (f_{ном} \pm 1)$ Гц | |

2.2.3 Справочные технические характеристики

Таблица 8 - Технические характеристики приборов

| Наименование характеристики | Значение |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Параметры электрического питания: - напряжение переменного тока, В - частота переменного тока, Гц | от 200 до 260 от 47 до 63 |
| Полная мощность, потребляемая прибором, В·А, не более | 100 |
| Полная мощность, потребляемая каждой входной измерительной цепью тока Прибора при номинальном токе, В·А, не более | 15 |
| Полная мощность, потребляемая каждой входной цепью напряжения Прибора при номинальном входном напряжении, В·А, не более | 1 |
| Полная мощность, потребляемая каждой входной цепью тока УПТТ при номинальном токе, В·А, не более | 1 |
| Габаритные размеры средства измерений, мм, не более «Энергомонитор–3.1КМ-Э С» «Энергомонитор–3.1КМ-Э П» УПТТ УН-6.1 П УН-6.1 С | 485×470×140 480×390×194 295×225×100 335×290×155 485×356×45 |
| Масса, кг, не более: «Энергомонитор–3.1КМ-Э С» «Энергомонитор–3.1КМ-Э П» УПТТ УН-6.1 П УН-6.1 С | 8 10 2,5 5 2 |
| Условия эксплуатации для приборов модификации «Энергомонитор 3.1КМ-Э Х-02»: - температура окружающей среды, °С - относительная влажность, не более % - атмосферное давление, кПа Условия эксплуатации для приборов модификации «Энергомонитор 3.1КМ-Э Х-05»: - температура окружающей среды, °С - относительная влажность, не более % - атмосферное давление, кПа | 23 ± 5 80 при 25 °С от 70 до 106,7 от +10 до +35 80 при 25 °С от 70 до 106,7 |
| Время установления рабочего режима, мин, не менее | 30 |
| Степень защиты корпуса, обеспечиваемая оболочками по ГОСТ 14254 | IP20 |
| Средняя наработка на отказ, ч, не менее | 20000 |
| Средний срок службы, лет | 10 |

Приборы обеспечивают процедуры самотестирования, инициализации и первоначальной установки после подключения к сети питания.

Значения устанавливаемой и измеряемой информации отображаются на встроенном графическом дисплее. В верхней строке графического дисплея постоянно отображаются

текущее время (часы, минуты, секунды) и дата (день, месяц, год), а в нижней строке - схема подключения и номинальные значения.

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

Прибор должен производить расчет и индикацию на дисплее следующих величин:

- отклонение частоты от значения f_0 , заданного оператором, в диапазоне ± 10 Гц;
- отрицательное и положительное отклонение измеренного значения напряжения от согласованного значения U_c , заданного оператором, в диапазоне ± 20 % от U_c .

Отклонение частоты от значения заданного оператором должно определяться как разность между измеренным значением частоты f_m и значением f_0 .

Отрицательное $\delta U_{(-)}$ и положительное $\delta U_{(+)}$ отклонения напряжения от значения заданного оператором (U_c) должны вычисляться по формулам

$$\delta U_{(-)} = [(U_c - U_{m(-)}) / U_c] \cdot 100, \text{ процент от } U_c, \quad (1)$$

$$\delta U_{(+)} = [(U_{m(+)} - U_c) / U_c] \cdot 100, \text{ процент от } U_c, \quad (2)$$

где $U_{m(-)}$ – измеренное значение напряжения в случае, когда оно меньше U_c , В;
 $U_{m(+)}$ – измеренное значение напряжения в случае, когда оно больше U_c , В.

Приборы обеспечивают возможность установки и коррекции времени и даты.

Суточный уход часов Прибора не превышает ± 2 с.

Время установления рабочего режима - не менее 30 мин.

Максимальная продолжительность непрерывной работы - не менее 16 часов.

Время минимального перерыва до повторного включения после непрерывной работы в течении 16 часов - не более 30 мин.

Приборы обеспечивают обмен данными с персональным компьютером (ПК) по последовательным интерфейсам RS-232 и USB.

Приборы обеспечивают регистрацию и последующую передачу в ПК:

- результатов поверки до 100 счетчиков электроэнергии (до 20 точек поверки для каждого);
- результатов поверки до 200 ИТТ и до 200 ИТН (до 10 точек поверки для каждого);
- значений и длительностей провалов напряжения и перенапряжений с глубиной хранения до 80000 событий;
- мгновенных значений входных сигналов (три фазы напряжения и три фазы тока), поступающих непосредственно с АЦП в течении до 9 минут с частотой 12,8 кГц (режим осциллографирования параметров электрической сети).

Приборы имеют частотные входы для поверки счетчиков электроэнергии. Импульсный испытательный выход счетчиков электроэнергии должен иметь следующие параметры:

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

- амплитуда импульсов – от 5 до 15 В;
- длительность импульса – не менее 14 мкс.

Частотный вход обеспечивает подключение фотосчитывающего устройства или пульта формирования импульсов для поверки электромеханических счетчиков электроэнергии.

Приборы модификаций «Энергомонитор–3.1КМ-Э С» для подключения к их частотному входу имеют дополнительный коаксиальный соединитель (СР50-73ФВ).

Приборы имеют частотные выходы, на которых формируются сигналы с частотой, пропорциональной измеряемой мощности, и с длительностью импульсов не менее 10 мкс. Выходной сигнал на частотном выходе представляет собой последовательность прямоугольных импульсов напряжения положительной полярности с уровнем логического нуля не более 0,4 В и уровнем логической единицы не менее 4 В при сопротивлении нагрузки не менее 10 кОм.

Приборы модификаций «Энергомонитор–3.1КМ-Э С» имеют второй выход (выход с "открытым коллектором"), работающий синхронно с первым выходом и имеющий два состояния, отличающиеся импедансом выходной цепи. В состоянии "замкнуто" сопротивление выходной цепи не превышает 200 Ом. В состоянии "разомкнуто" сопротивление выходной цепи не менее 50 кОм. Предельная сила тока, которую выдерживает выходная цепь второго выхода в состоянии "замкнуто" – не менее 30 мА. Предельно допустимое напряжение на выходных контактах второго выхода в состоянии "разомкнуто" – не менее 30 В.

Постоянная Приборов для выбранного диапазона измерений определяется по формуле

$$C = [(144 \times 10^8) / (U_H \times I_H)] / K_D, \quad (3)$$

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

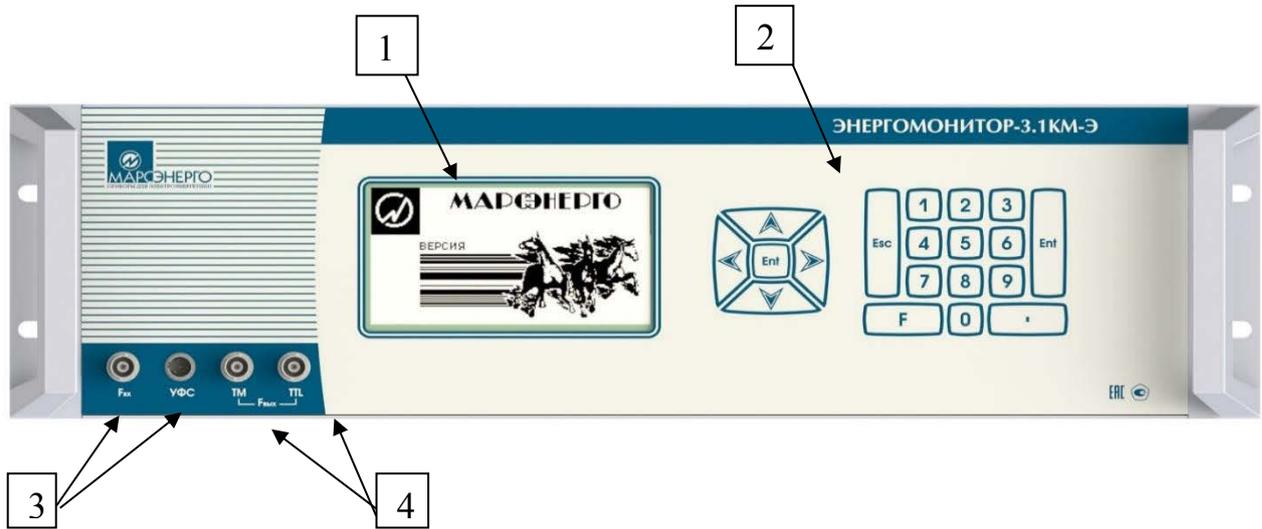
U_H – выбранное номинальное значение напряжения, В;

I_H – выбранное номинальное значение силы тока, А;

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

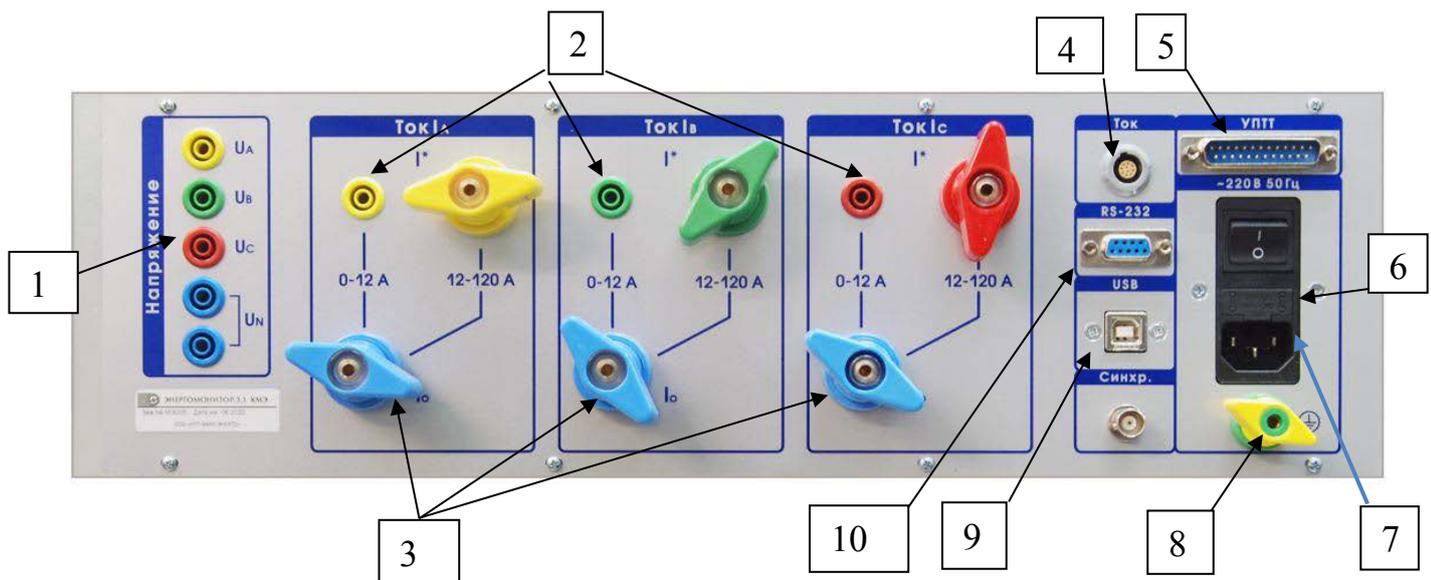
2.3 Описание

Внешний вид прибора показан на рисунках 2.1-2.4.



1 — графический дисплей; 2 — клавиатура; 3 — соединители частотных входов для подключения УФС или ПФИ и "F_{in}"; 4 — соединители частотных выходов: "ТТЛ" и "ТМ"

Рисунок 2.1 - Лицевая панель Прибора Энергомонитор-3.1КМ-Э С.



1 — группа соединителей для подключения к входам напряжения; 2 — соединители для подключения к токовым входам при силе тока до 12 А; 3 — соединители для подключения к токовым входам при силе тока до 120 А; 4 — соединитель для подключения сигналов тока от усилителя УН-6.1 или токоизмерительных клещей (в зависимости от модификации прибора); 5 — соединитель для управления усилителем УН-6.1 или устройством УПТТ (в зависимости от модификации прибора); 6 — предохранители; 7 — соединитель для подключения кабеля питания; 8 — клемма заземления; 9 — соединитель интерфейса USB; 10 — соединитель интерфейса RS-232.

Рисунок 2.2 - Задняя панель Прибора Энергомонитор-3.1КМ-Э С.

а)



б)



а) – передняя панель: 1 – индикатор подключения питания;

б) – задняя панель:

1 — группа соединителей для подключения к входам сигналов напряжения и тока;

2 – соединитель для подключения к выходам сигналов тока;

3 - соединитель для подключения к выходам сигналов напряжения;

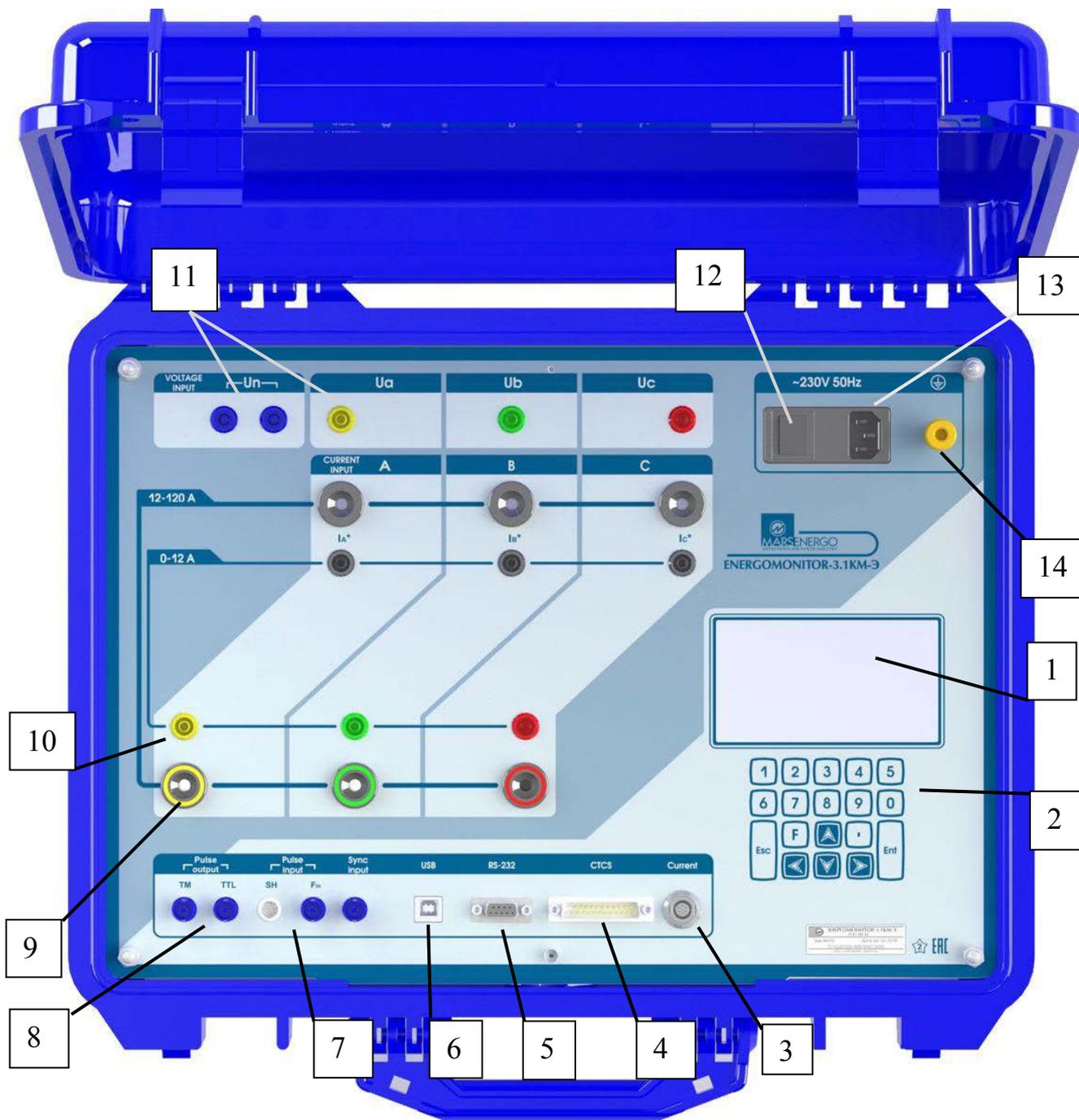
4 - соединитель для управления усилителем УН-6.1С;

5 - предохранители;

6 – соединитель и тумблер для подключения кабеля питания;

7 — клемма заземления.

Рисунок 2.3 - Блок Усилителя напряжения УН-6.1 прибора «Энергомонитор 3.1КМ-Э С».



- 1 – графический дисплей;
- 2 – клавиатура;
- 3 – соединитель для подключения сигналов тока усилителя УН-6.1;
- 4 – соединитель для управления усилителем УН-6.1;
- 5 – соединитель интерфейса RS-232;
- 6 – соединитель интерфейса USB;
- 7 – соединители частотных входов для подключения УФС или ПФИ и "F_{in}";
- 8 – соединители частотных выходов: "TTL" и "ТМ";
- 9 – соединители для подключения к токовым входам при силе тока более 12 А;
- 10 – соединители для подключения к токовым входам при силе тока до 12 А
- 11 – соединители для подключения к входам напряжения;
- 12 – выключатель питания и предохранители;
- 13 – соединитель для подключения кабеля питания;
- 14 – клемма заземления.

Рисунок 2.4 - Внешний вид прибора «Энергомонитор-3.1КМ-Э П».



Назначение соединителей – по рисунку 2.3.

Рисунок 2.5 - Блок Усилителя напряжения УН-6.1 прибора «Энергомонитор 3.1КМ-Э П».

2.4 Устройство и работа

2.4.1 Методы измерений

Принцип работы Приборов основан на аналого-цифровом преобразовании мгновенных значений входных сигналов напряжения и тока в цифровые коды, из которых формируются массивы оцифрованных выборок, с последующим вычислением значений измеряемых величин из полученного массива данных в соответствии с встроенной программой прибора "EM3.1К" (далее - ВПО).

Программное обеспечение Прибор состоит из ВПО и прикладных программ для ПК. Связь с ПК осуществляется по интерфейсам. ВПО выполняет функции управления режимами работы, математической обработки и представления измерительной информации. Установка ВПО производится на предприятии-изготовителе. ВПО хранится в энергонезависимой памяти. По своей структуре ВПО разделено на метрологически значимую и метрологически не

значимую части. Каждая структурная часть защищается контрольной суммой по алгоритму CRC32-IEEE 802.3, которая контролируется системой диагностики Прибор.

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

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

Модуль центрального процессора обеспечивает управление работой Прибора в соответствии с ВПО, проведение расчетов по массивам оцифрованных выборок от модуля АЦП (в основу алгоритмов вычислений каждой из измеряемых величин положен метод обработки массива мгновенных значений, не требующий синхронизации с частотой измеряемых сигналов), сохранение результатов в энергонезависимой памяти "flash memory", счет времени, вывод результатов на ЖК-дисплей, прием команд и данных от клавиатуры, прием и обработку сигнала с частотного выхода поверяемого средства измерений, формирование на импульсном выходе Прибора сигнала с частотой, пропорциональной измеренному значению мощности, обмен по последовательному интерфейсу с ПК. Вычисленные результаты измерений, полученные с помощью программных модулей, отображаются на дисплее, сохраняются в памяти и выводятся при необходимости на ПК.

Отрицательное $\delta U_{(-)}$ и положительное $\delta U_{(+)}$ отклонения напряжения от значения заданного оператором (U_0) определяются по формулам:

$$\delta U_{(-)} = [(U_0 - U_{m(-)}) / U_0] \cdot 100, \% \text{ от } U_0, \quad (1)$$

$$\delta U_{(+)} = [(U_{m(+)} - U_0) / U_0] \cdot 100, \% \text{ от } U_0, \quad (2)$$

где $U_{m(-)}$ – измеренное значение напряжения в случае, когда оно меньше U_0 , В;

$U_{m(+)}$ – измеренное значение напряжения в случае, когда оно больше U_0 , В.

2.4.2 Состав изделия

Приборы содержат следующие основные узлы и блоки:

- многодиапазонные входные преобразователи тока (ВПТ);
- многодиапазонные входные преобразователи напряжения (ВПН);
- шестиканальный модуль АЦП (МАЦП);
- модуль центрального процессора на базе цифрового сигнального процессора и программируемой логической интегральной схемы (МЦП);
- коммутатор диапазонов измерения (КДИ);
- блок питания (БП);
- графический ЖК-дисплей;

- клавиатура.

ВПТ построены на базе компенсированных измерительных трансформаторов тока и обеспечивают преобразование входных сигналов тока в пропорциональные им сигналы напряжения.

ВПН построен на базе трех прецизионных инвертирующих операционных усилителей с коммутируемым коэффициентом усиления и обеспечивает масштабное преобразование входных сигналов.

МАЦП построен на базе шести микросхем АЦП, обеспечивающих преобразование выходных сигналов ВПН, ВПТ и УПТТ в 18-разрядные коды (1 разряд – знаковый). Связь АЦП с МЦП производится через схему гальванической развязки.

МЦП построен на базе сигнального процессора и программируемой логической интегральной схемы ПЛИС. МЦП обеспечивает управление работой Прибора в соответствии с ВПО, которая хранится в энергонезависимой памяти EEPROM, проведение расчетов по массивам оцифрованных выборок от модуля АЦП (в основу алгоритмов вычислений каждой из измеряемых величин положен метод обработки массива мгновенных значений, не требующий синхронизации с частотой измеряемых сигналов), сохранение результатов в энергонезависимой памяти "flash memory", счет времени, вывод результатов на ЖК-дисплей, прием команд и данных от клавиатуры, прием и обработку сигнала с частотного выхода поверяемого средства измерений, формирование на импульсном выходе Прибора сигнала с частотой, пропорциональной измеренному значению мощности, обмен по последовательным интерфейсам RS-232 и USB с ПК. Вычисленные результаты измерений, полученные с помощью программных модулей, сохраняются в памяти, отображаются на графическом ЖК-дисплее и при необходимости выводятся на ПК.

КДИ построен на базе программируемой логической интегральной схемы ПЛИС и обеспечивает формирование сигналов управления ВПТ, ВПН.

БП обеспечивает питание всех узлов и блоков Прибора.

Дисплей и клавиатура установлены на передней панели Прибора.

В комплект поставки Приборов модификаций "Энергомонитор-3.1КМ-Э х-х- ТХ " входит устройство для поверки трансформаторов тока УПТТ. УПТТ состоит из двух компенсированных измерительных трансформаторов тока и блока питания. Выход УПТТ подключается к специальному входу "ТОК" Прибора.

Вход "ТОК" Приборов модификаций "Энергомонитор-3.1КМ х-х- ХСХХ" используется для подключения токоизмерительных клещей.

Вход "ТОК" Приборов модификаций "Энергомонитор-3.1КМ-Э х-х- ХЕ " используется для подключения Усилителя напряжения «Энергомонитор 3.1КМ-Э УН-6.1», который выполняет повышение уровней сигналов напряжения и тока, поступающих от

генератора, в соответствии с автоматически заданными коэффициентами усиления (1, 10, 100, 1000). Усилитель напряжения шестиканальный УН-6.1 входит в комплект прибора модификации «Энергомонитор 3.1КМ-Э Х-ХХ-ХЕ». УН-6.1 повышает входные напряжения с коэффициентами усиления 1; 10; 100; 1000, которые устанавливаются в настройках прибора. УН-6.1 подключается к прибору измерительными кабелями и кабелем управления. В зависимости от модификации прибора «С» или «П» УН-6.1 имеет соответствующее исполнение корпуса и обозначение «УН-6.1 С» или «УН-6.1 П». Заводской номер УН-6.1 должен соответствовать Заводскому номеру прибора.

2.5 Маркировка и пломбирование

2.5.1 Маркировка Прибора

На корпусе Прибора нанесены:

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

На маркировочной планке, прикрепленной к корпусу Прибора, нанесены:

- наименование и условное обозначение модификации Прибора;
- номер Прибора по системе нумерации предприятия-изготовителя;
- наименование предприятия-изготовителя;
- дата изготовления (месяц и год).

На маркировочной планке, прикрепленной к корпусу усилителя УН-6.1, нанесены:

- наименование и условное обозначение модификации Прибора и усилителя УН-6.1;
- наименование предприятия-изготовителя;
- номер усилителя УН-6.1, соответствующий номеру Прибора (см. 8.1.2);
- дата изготовления (месяц и год).

2.5.2 Маркировка транспортной тары

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

2.5.3 Пломбирование Прибора

Пломбы устанавливаются в гнезда крепежных винтов Прибора.

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

3 Использование по назначению

3.1 Эксплуатационные ограничения

3.3.1 Если Прибор внесен в помещение после пребывания при температуре окружающей среды ниже минус 5° С, он должен быть выдержан в нормальных условиях в выключенном состоянии не менее 4 ч.

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

3.3.2 Максимально допустимое входное напряжение переменного тока равно 120 % от верхнего предела измерения Прибора.

3.3.3 Максимальное значение силы переменного тока равно 120 % от верхнего предела измерения Прибора для используемого входа.

3.2 Распаковывание

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

Проверяют комплектность Прибора в соответствии с таблицей 2.1.

3.3 Подготовка к работе

3.3.1 Назначение органов управления и подключения

Для управления Прибором без управляющего ПК используются клавиатура и дисплей, расположенные на передней панели.

На дисплей выводятся текущие меню и курсор, который может перемещаться с помощью клавиатуры. В таблице 3.1 приведено назначение клавиш клавиатуры Прибора.

Таблица 3.1

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

3.3.2 Подключение и включение

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.

Необходимо следить за тем, чтобы соединения были правильно и надежно закреплены во избежание перегрева мест контакта и возрастания переходного сопротивления.

3.3.2.1 Прибор имеет соединители для подключения напряжений и соединители для подключения токов. Цепи тока разных фаз гальванически развязаны между собой. Цепи тока разных фаз гальванически развязаны с цепями напряжения.

3.3.2.2 У Приборов модификаций "Энергомонитор–3.1КМ–Э С" (рисунок 2.1) все точки подключения к измерительным входам расположены на задней панели (рисунок 2.2). Приборы имеют отдельные входы для подключения сигналов тока более 12 А.

Внимание! При подсоединении штекеров диаметром 6 мм следует вставлять их в гнездовые разъемы *до щелчка* (для проверки потяните за штекер – он не должен выходить из гнезда!). Если вставить штекер глубже после щелчка, то он не зафиксируется в гнезде и соединение не будет прочным!

3.3.2.3 У Приборов модификаций "Энергомонитор–3.1КМ П" все точки подключения к измерительным входам расположены на лицевой панели (рисунок 2.4).

Внимание! При подсоединении штекеров диаметром 6 мм следует вставлять их в гнездовые разъемы *до щелчка* (для проверки потяните за штекер – он не должен выходить из гнезда!). Если вставить штекер глубже после щелчка, то он не зафиксируется в гнезде и соединение не будет прочным!

3.3.2.4 Приборы модификаций "Энергомонитор–3.1КМ–Э х-х-Тх" при поверке ИТТ используются совместно с устройством поверки трансформаторов тока УПТТ.

3.3.2.5 Включите Прибор.

При включении питания должна включиться подсветка дисплея Прибора, а через 1 - 5 секунд должны завершиться процедуры самотестирования и инициализации и на дисплее Прибора должны индцироваться: товарный знак, наименование изготовителя, тип Прибора, наименование ВПО, номер версии программного обеспечения и идентификационный номер Прибора.

Во время инициализации проверяется правильность работы составных частей системы, а также загружаются программы, относящиеся к обработке сигналов и вычислению их параметров.

Для установления рабочего режима необходимо выдержать Прибор в течение 0,5 часа во включенном состоянии.

4 Порядок работы

4.1 Интерфейс оператора

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

Независимо от того, в каком из пунктов меню находится Прибор, в верхней строке дисплея всегда отображаются текущие дата и время, а в нижней - выбранные пределы измерений и схема подключения.

4.1.2 При включении питания выполняется самотестирование Прибора, после чего на дисплее появляется заставка (рисунок 4.1.1), и, после нажатия клавиши "ENT", запрос пароля (рисунок 4.1.2).



Рисунок 4.1.1 Заставка

4.1.3 В Приборе реализована трехуровневая система паролей. Пароли первого и второго уровня доступны при эксплуатации (пароль третьего уровня используется только на предприятии-изготовителе). Пароль первого уровня содержит восемь, а пароль второго уровня – девять цифр.

При заводской поставке в Приборе запрограммированы следующие пароли:

пароль первого уровня – "00000000",

пароль второго уровня – "22222222".

Пароли могут быть изменены эксплуатирующей организацией под паролем второго уровня, поэтому при передаче Прибора в ремонт или поверку они временно должны быть вновь заменены на указанные выше.

4.1.4 Введите пароль и нажмите клавишу "ENT"

Заводской пароль первого уровня "00000000" можно не вводить, а для входа в систему достаточно нажать клавишу "ENT".

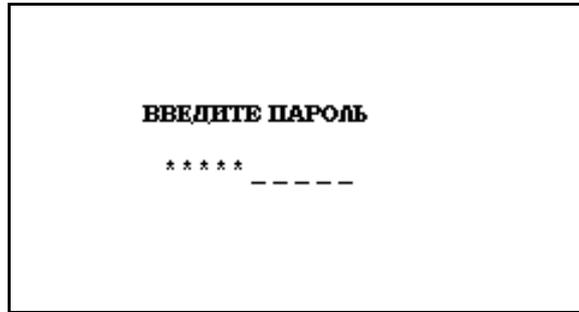


Рисунок 4.1.2 Меню ввода пароля

После ввода пароля Прибор переходит в режим выбора схемы подключения (рисунок 4.1.3).

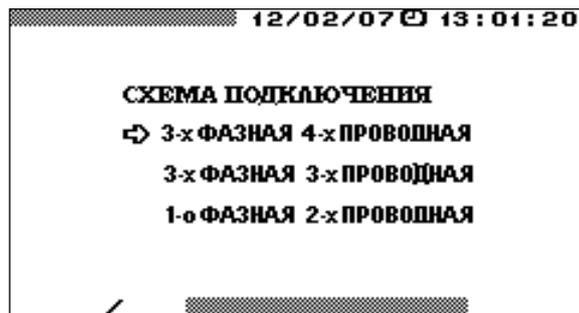


Рисунок 4.1.3 Меню выбора схемы подключения Прибора

Выбор типа схемы подключения необходим для всех дальнейших вычислений.

Прибор может быть подключен к электросетям трех типов:

- 3-фазная 4-проводная,
- 3-фазная 3-проводная,
- однофазная 2-проводная.

При подключении Прибора по 3-фазной 4-проводной схеме измеряются необходимые для дальнейших вычислений значения напряжений и токов ($U_A, U_B, U_C, I_A, I_B, I_C$).

При подключении Прибора по 3-фазной 3-проводной схеме измеряются необходимые для дальнейших вычислений значения двух линейных напряжений и двух фазных токов (U_{AB}, U_{CB}, I_A, I_C).

При подключении Прибора по однофазной 2-проводной схеме измеряются только значения напряжения и тока по фазе А, которые необходимы для дальнейших вычислений (U_A, I_A).

4.1.5 Главное меню состоит из пунктов, реализующих различные режимы работы Прибора и установку его настроек:

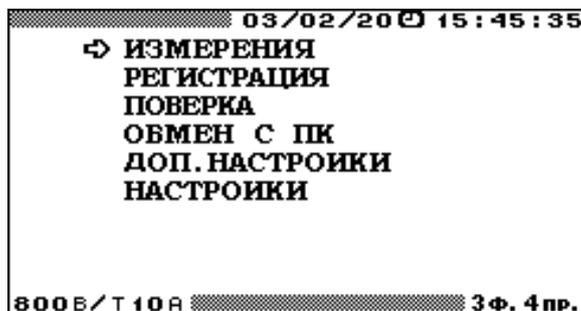


Рисунок 4.1.4 Главное меню

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

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

4.2 Настройки

В меню "НАСТРОЙКИ" доступно 8 пунктов:

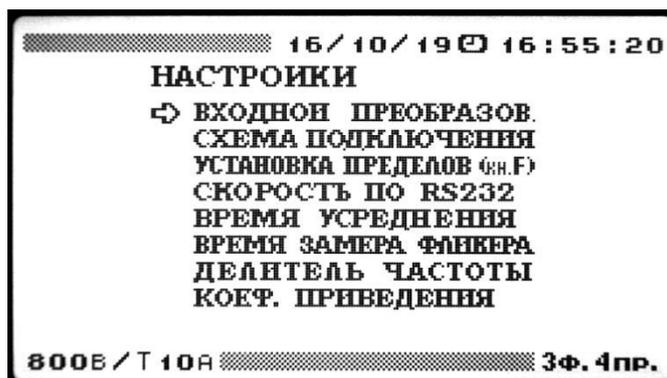


Рисунок 4.2.1 - меню "НАСТРОЙКИ"

В каждом из пунктов меню "НАСТРОЙКИ" доступны для корректировки различные параметры. Перемещение по пунктам меню осуществляется с помощью клавиш "↓" и "↑".

Для входа в выбранный пункт меню необходимо нажать клавишу "ENT", для возврата в главное меню - клавишу "ESC".

4.2.1 Выбор входного преобразователя тока

В меню "Выбор входного преобразователя тока" доступны 4 пункта:

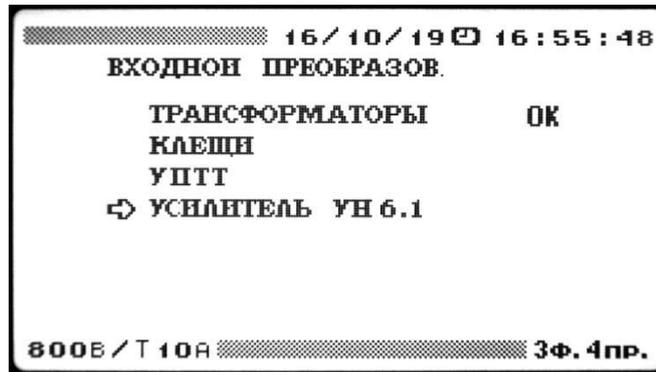


Рисунок 4.2.2 - меню " входного преобразователя тока "

Пункт меню "ТРАНСФОРМАТОРЫ" выбирается при использовании собственных встроенных ВПТ Прибора.

Пункт меню «УПТТ» выбирается при использовании Приборов модификаций "Энергомонитор-3.1КМ-Э х-х-хТх" с УПТТ для поверки измерительных трансформаторов тока.

Пункт меню «УСИЛИТЕЛЬ УН 6.1» выбирается при использовании Приборов модификаций "Энергомонитор-3.1КМ-Э х-х-хxE" с УН 6.1.

Перемещение по пунктам меню осуществляется с помощью клавиш "↓" и "↑".

Для входа в выбранный пункт меню необходимо нажать клавишу "ENT", для возврата в главное меню - клавишу "ESC".

4.2.2 Схема подключения

Режим "СХЕМА ПОДКЛЮЧЕНИЯ" необходим при начальном включении Прибора, а также в случае изменения схемы подключения Прибора без его выключения. Прибор позволяет производить измерения в электросетях трех типов: 3-фазной 4-проводной, 3-фазной 3-проводной и однофазной 2-проводной.

4.2.3 Установка пределов

В режиме "УСТАНОВКА ПРЕДЕЛОВ" предоставляется возможность выбора пределов измерения напряжений и токов. Выбор нужного значения осуществляется с помощью клавиш "↓", "↑" и "ENT".

Изменение пределов измерения возможно не только через меню "НАСТРОЙКИ", но и с помощью "горячей" клавиши 'F'. Оперативное изменение пределов измерения с помощью "горячей" клавиши 'F' доступно в большинстве режимов работы Прибора.

При использовании Приборов модификаций "Энергомонитор-3.1КМ-Э х-х-хxE" после выбора «УСИЛИТЕЛЬ УН 6.1» доступны следующие пределы измерений сигналов напряжения или тока.

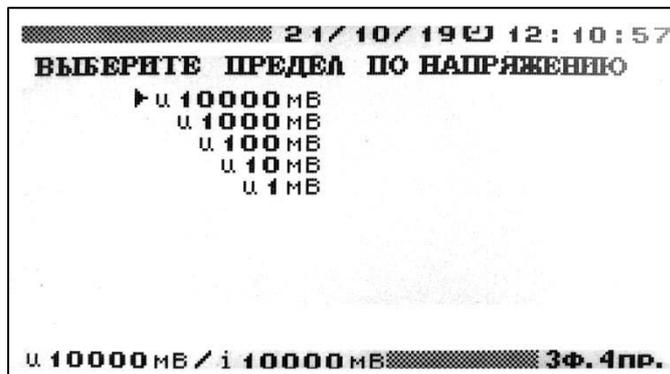


Рисунок 4.2.3 - пределы измерений сигналов напряжения / тока

Для возврата в меню "НАСТРОЙКИ" без изменения значений необходимо нажать клавишу "ESC". Текущие пределы постоянно отображаются на буквенно-цифровом индикаторе и в нижней строке графического дисплея.

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

4.2.4 Скорость обмена по RS-232

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

Возможна установка следующих значений скорости:

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

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

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

По умолчанию выбрано значение 19200 бит/с.

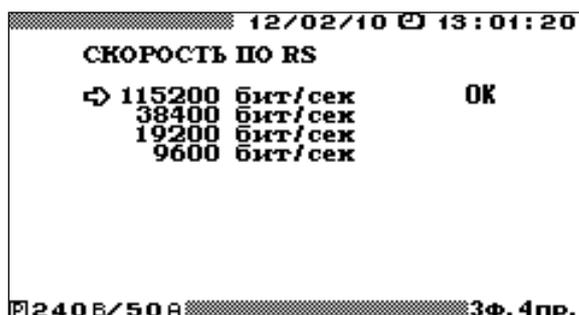


Рисунок 4.2.4 - меню "СКОРОСТЬ ПО RS-232"

Для возврата в меню "НАСТРОЙКИ" без изменения значений необходимо нажать клавишу "ESC".

4.2.5 Время усреднения

В режиме "ВРЕМЯ УСРЕДНЕНИЯ" предоставляется возможность установить время усреднения измеряемых значений для режимов измерения токов, напряжений и мощностей. Возможна установка следующих значений времени усреднения: 1.25, 2.5, 5, 10 сек., 1, 15, 30 мин.

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

Справа от выбранного значения времени усреднения появляется сообщение "OK".

По умолчанию выбрано время усреднения 1.25 с.

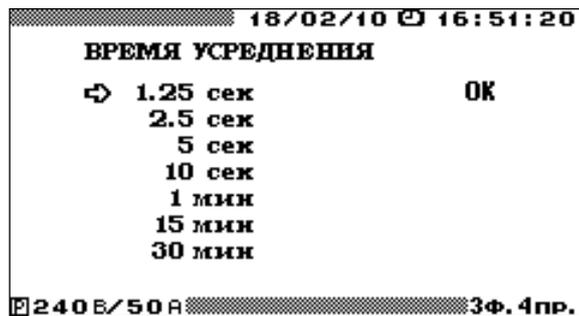


Рисунок 4.2.5 - меню "ВРЕМЯ УСРЕДНЕНИЯ"

Для возврата в меню "Настройки" без изменения значений необходимо нажать клавишу "ESC".

4.2.6 Время измерения кратковременной дозы фликера

Прибор позволяет измерять значения кратковременной дозы фликера при различных интервалах времени измерения: 10 мин, 5 мин. или 1 мин. Для выбора нужного значения интервала времени измерения кратковременной дозы фликера необходимо подвести курсор к пункту "Время замера фликера" и нажать клавишу "ENT".

На дисплее отобразится окно "Время замера фликера".

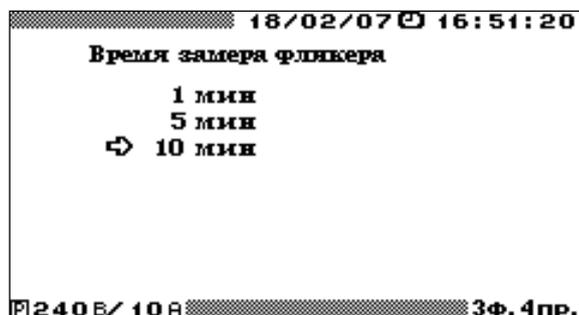


Рисунок 4.2.6 - меню "Время замера фликера"

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

Для возврата в меню "НАСТРОЙКИ" без изменения значений необходимо нажать клавишу "ESC".

4.2.7 Делитель частоты

Прибор обеспечивает возможность деления частоты сигнала, формируемого в соответствии с постоянной Прибора на частотном выходе, и сигнала, поступающего на частотный вход Прибора на 2, 64, 1024 и 8192. Для выбора нужного значения коэффициента деления необходимо подвести курсор к пункту "ДЕЛИТЕЛЬ ЧАСТОТЫ" и нажать клавишу "ENT". На дисплее отобразится меню "ДЕЛИТЕЛЬ ЧАСТОТЫ".

В меню "ДЕЛИТЕЛЬ ЧАСТОТЫ" доступны пять значений коэффициента деления.

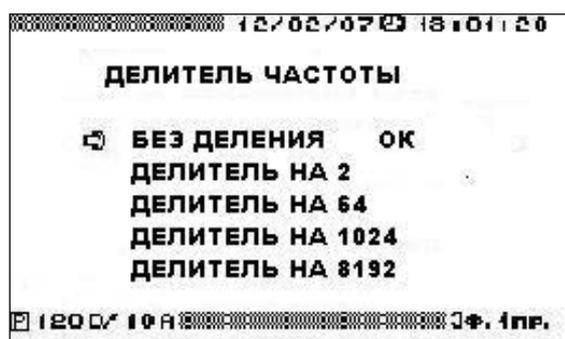


Рисунок 4.2.7 - меню "ДЕЛИТЕЛЬ ЧАСТОТЫ"

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

Для возврата в меню "НАСТРОЙКИ" без изменения значений необходимо нажать клавишу "ESC".

4.3 Измерения

Перед началом измерений производятся настройки Прибора в соответствии с п. 4.2 настоящего РЭ. Выбранные при настройке пределы измерений и схема подключения в дальнейшем будут отображаться в нижней строке дисплея. Оперативное изменение пределов измерения с помощью "горячей" клавиши 'F' доступно в большинстве режимов работы Прибора.

При выборе в главном меню пункта "ИЗМЕРЕНИЯ", на дисплее Приборов модификаций "Энергомонитор-3.1KM x-x-1xx" отображается подменю выбора режима рода тока:

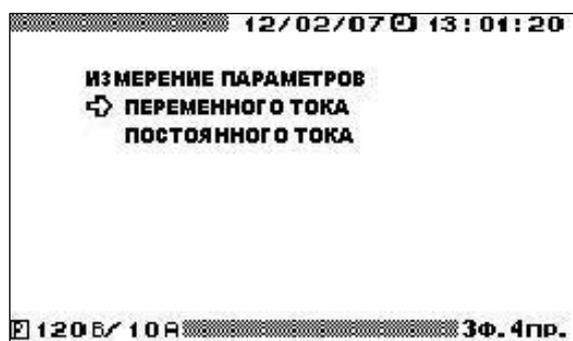


Рисунок 4.3.1

При выборе в подменю "ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ" пункта "ПЕРЕМЕННОГО ТОКА" на дисплей выводится подменю с перечнем измеряемых параметров переменного тока:



Рисунок 4.3.2 - подменю "ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ" пункта "ПЕРЕМЕННОГО ТОКА"

Перемещение по пунктам меню "ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА" осуществляется с помощью клавиш \downarrow и \uparrow . Для входа в выбранный пункт меню необходимо нажать клавишу "ENT", для возврата в главное меню клавишу "ESC".

В каждом из пунктов меню "ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА" (кроме пункта "ФОРМА СИГНАЛА" на экране дисплея отображаются текущие значения, рассчитанные в реальном времени.

В пунктах "УГЛЫ" и "ГАРМОНИКИ" информация на дисплее обновляется с частотой 1Гц.

В пунктах "МОЩНОСТЬ" и "ТОК, НАПРЯЖЕНИЕ" информация на дисплее обновляется с частотой, соответствующей времени усреднения, которое установлено в пункте "ВРЕМЯ УСРЕДНЕНИЯ" меню "НАСТРОЙКИ". При этом в левой части верхней строки дисплея отображаются бегущая строка, соответствующая времени усреднения (при усреднении 1.25 сек. бегущая строка отсутствует).

При выборе в главном меню пункта "ИЗМЕРЕНИЯ", на дисплее Приборов модификаций "Энергомонитор-3.1КМ х-х-0хх" на дисплей сразу выводится подменю с перечнем измеряемых параметров переменного тока.

4.3.1 Работа в режиме "Измерение параметров переменного тока"

4.3.1.1 Измерение напряжений и токов

В режиме "ТОК, НАПРЯЖЕНИЕ" для наблюдения доступен один экран, на котором отображаются, измеренные значения токов и напряжений (рисунок 4.3.3).

Для возврата из режима "ТОК, НАПРЯЖЕНИЕ" в меню `Измерения` необходимо нажать клавишу "ESC".

| 12/02/07 13:01:20 | | | |
|----------------------|----------|---------|---------|
| ТОК, НАПРЯЖЕНИЕ | | | |
| | A | B | C |
| U _d (B) | 60.0348 | 60.0253 | 60.0163 |
| I _d (A) | 5.00119 | 5.00054 | 5.00134 |
| U _{cp} (B) | .001879 | .004375 | .001225 |
| I _{cp} (A) | -.000287 | .000096 | .000266 |
| U _{св} (B) | 54.0511 | 54.0427 | 54.0327 |
| I _{св} (A) | 4.50311 | 4.50168 | 4.50358 |
| | A-B | B-C | C-A |
| U _d (B) | 103.978 | 103.955 | 103.964 |
| 120 В / 10 А 3Ф.4пр. | | | |

| 12/02/07 13:01:20 | | | |
|----------------------|----------|---------|---------|
| ТОК, НАПРЯЖЕНИЕ | | | |
| | A | B | C |
| U _d (B) | | | |
| I _d (A) | 5.00171 | 5.00032 | 5.00133 |
| U _{cp} (B) | | | |
| I _{cp} (A) | -.000274 | .000095 | .000256 |
| U _{св} (B) | | | |
| I _{св} (A) | 4.50257 | 4.50208 | 4.50323 |
| | A-B | B-C | C-A |
| U _d (B) | 103.971 | 103.95 | 103.96 |
| 120 В / 10 А 3Ф.3пр. | | | |

| 12/02/07 13:01:20 | | | |
|----------------------|----------|---|---|
| ТОК, НАПРЯЖЕНИЕ | | | |
| | A | B | C |
| U _d (B) | 60.0343 | | |
| I _d (A) | 5.00104 | | |
| U _{cp} (B) | .001895 | | |
| I _{cp} (A) | -.000286 | | |
| U _{св} (B) | 54.0527 | | |
| I _{св} (A) | 4.50338 | | |
| 120 В / 10 А 1Ф.2пр. | | | |

Рисунок 4.3.3 - Режим отображения напряжений и токов для различных схем включения

В режиме "ТОК, НАПРЯЖЕНИЕ" на дисплее отображаются:

"U_d" – среднеквадратические (действующие) значения напряжений [фазных, а для трехфазных цепей – еще и линейных (межфазных)], В;

"I_d" – среднеквадратические (действующие) значения силы тока, А;

"U_{cp}" – средние (постоянная составляющая) значения фазных напряжений, В;

"I_{cp}" – средние (постоянная составляющая) значения силы тока, А;

"U_{св}" – средневывпрямленные значения фазных напряжений, В;

"I_{св}" – средневывпрямленные значения силы тока, А;

Примечание. Строка, отображающая средние значения напряжения и силы тока, является технологической информацией.

При использовании Приборов модификаций "Энергомонитор-3.1КМ-Э х-х-ххЕ" после выбора «УСИЛИТЕЛЬ УН 6.1» доступны следующие измерения сигналов напряжения и тока.

| 16/10/19 16:56:48 | | | |
|-------------------------|----------|----------|----------|
| ТОК, НАПРЯЖЕНИЕ | | | |
| | A | B | C |
| U _d (МВ) | 5.87940 | 6.01988 | 8.40260 |
| I _d (А) | 289.584 | 324.900 | 166.474 |
| U _φ (МВ) | -1.07203 | -1.15029 | -.789398 |
| I _φ (А) | 255.133 | 324.495 | 165.892 |
| U _φ (МВ) | 4.26240 | 4.37911 | 5.97894 |
| I _φ (А) | 257.218 | 324.495 | 165.892 |
| | A-B | B-C | C-A |
| U _d (МВ) | .554992 | 2.53810 | 2.66419 |
| u 10000 МВ / i 10000 МВ | | | 3Ф.4пр. |

Рисунок 4.3.4 - Режим отображения напряжений и токов для Приборов модификаций "Энергомонитор-3.1КМ-Э х-х-ххЕ"

4.3.1.2 Измерение мощности

В режиме "МОЩНОСТЬ" доступны для наблюдения три экрана "Мощность АКТИВНАЯ" (рисунок 4.3.5), "Мощность РЕАКТИВНАЯ" (рисунок 4.3.6), "Мощность ПОЛНАЯ" (рисунок 4.3.7), переход между которыми осуществляется по циклу клавишами "←", "→" или цифровыми клавишами "1", "2" и "3", соответственно. При этом, в зависимости от выбранного типа мощности, на частотный выход подается частота пропорциональная данному типу мощности (активная, реактивная, полная).

Для возврата из режима "МОЩНОСТЬ" в меню "ИЗМЕРЕНИЯ" необходимо нажать клавишу "ESC".

В режиме измерения "Мощность АКТИВНАЯ" на дисплее отображаются:

"P (Вт)" – значения активной мощности для каждой фазы;

"P_Σ (Вт)" – сумма значений активной мощности фаз (с учетом направления передачи активной энергии);

"U_d", "I_d" и "K_p" – среднеквадратические (действующие) значения напряжения (В), силы тока (А) и коэффициента мощности;

"P₁ (Вт)" "P₂ (Вт)" значения активной мощности, измеренные 1-м и 2-м измерительным элементом при 3-фазной 3-проводной схеме включения (схема Арона);

"K_{pΣ}" – значение коэффициента мощности для трехфазной цепи.

| 12/02/07 13:01:20 | | | |
|---------------------|---------|---------|---------|
| Мощность АКТИВНАЯ | | | |
| | A | B | C |
| P (Вт) | 144.480 | 288.870 | 288.900 |
| P _Σ (Вт) | 722.270 | | |
| U _d (В) | 57.7747 | 57.7669 | 57.7554 |
| I _d (А) | 5.00238 | 5.00083 | 5.00271 |
| K _p | 0.49L | 0.99L | 0.99L |
| 60 В / 10 А | | | 3Ф.4пр. |

| 12/02/07 13:01:20 | | | |
|---------------------|---------|---------|---------|
| Мощность АКТИВНАЯ | | | |
| | A-B | B-C | C-A |
| P ₁ (Вт) | .031000 | | |
| P ₂ (Вт) | 450.306 | | |
| P _Σ (Вт) | 450.322 | | |
| U _d (В) | 103.987 | 103.965 | 103.964 |
| | A | B | C |
| I _d (А) | 5.00179 | 5.00000 | 5.00233 |
| K _{pΣ} | 0.50L | | |
| 60 В / 10 А | | | 3Ф.3пр. |

| 12/02/07 13:01:20 | | | |
|-------------------|---------|---|---|
| Мощность АКТИВНАЯ | | | |
| | A | B | C |
| P (Вт) | 144.490 | | |
| P Σ (Вт) | 144.492 | | |
| U Δ (В) | 57.7737 | | |
| I Δ (А) | 5.00198 | | |
| Кр | 0.49L | | |
| 60В/10А 1Ф,2пр. | | | |

Рисунок 4.3.5 - Режим отображения активной мощности для различных схем включения

В режиме "**Мощность РЕАКТИВНАЯ**" на дисплее отображаются:

- значения реактивной мощности в фазах рассчитанные тремя методами [Геометрическим ($Q = \sqrt{S^2 - P^2}$), сдвига сигнала напряжения на 1/4 периода основной гармонической составляющей ($Q = UI \sin \varphi$) и перекрестного включения], вар;
- " Q_{Σ} (ВАР)" – сумма значений реактивной мощности фаз (с учетом направления передачи реактивной энергии);
- «tg(φ)» - значения коэффициента реактивной мощности (тангенс Фи) по фазам и суммарно для трехфазной мощности.

ВНИМАНИЕ!

На частотном выходе Прибора формируется последовательность импульсов с частотой, пропорциональной тому типу реактивной мощности, над которой расположена надпись на дисплее "**на F-выходе: ($\uparrow\downarrow$)**". Перемещение этой надписи осуществляется клавишами \downarrow и \uparrow .

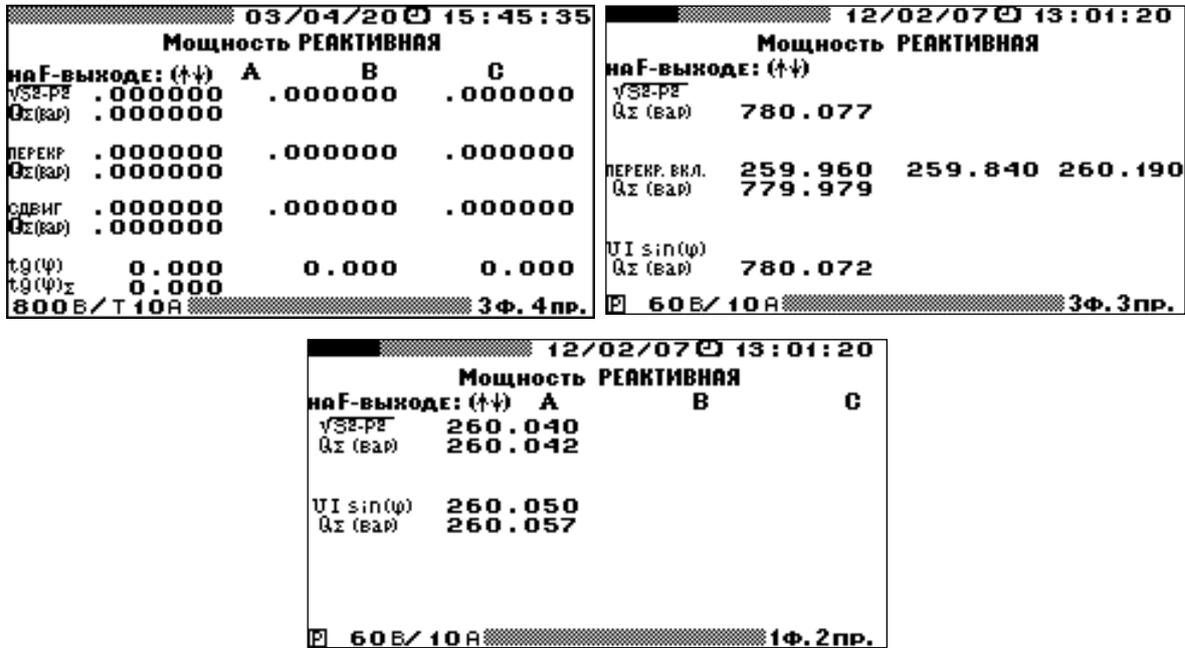


Рисунок 4.3.6 - Режим отображения реактивной мощности для различных схем включения

При измерении реактивной мощности методом сдвига мгновенные значения напряжения перемножаются с мгновенными значениями тока, сдвинутыми на 90°. При измерении реактивной мощности методом перекрестного включения мгновенные значения фазных токов умножаются на мгновенные значения линейных напряжений (напряжений между двумя "чужими" фазами).

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 геометрическим методом, отличается от двух других. Таким образом, в реальных условиях значения реактивной мощности, определенные тремя методами, отличаются друг от друга.

Примечание.

При поверке счетчиков реактивной энергии в Приборе необходимо использовать метод, реализованный в поверяемом счетчике.

В режиме "Мощность ПОЛНАЯ" на дисплее отображаются:

"S (В·А)" – значения полной мощности для каждой фазы;

"S $_{\Sigma}$ (В·А)" - сумма значений полной мощности фаз;

"P (Вт)" – значения активной мощности для каждой фазы;

"P $_{\Sigma}$ (Вт)" – сумма значений активной мощности фаз (с учетом направления передачи активной энергии);

$\sqrt{S^2 - P^2}$ – значения реактивной мощности в фазах, рассчитанные геометрическим методом;

" K_p " – значения коэффициента мощности для каждой фазы при 3-фазном 4-проводном включении;

" $K_{p\Sigma}$ " – значение коэффициента мощности для 3-фазной цепи при 3-фазном 3-проводном включении.

| 12/02/07 13:01:20 | | | | 12/02/07 13:01:20 | | | |
|---------------------|---------|---------|---------|---------------------|---------|--|--|
| Мощность ПОЛНАЯ | | | | Мощность ПОЛНАЯ | | | |
| | A | B | C | | | | |
| S (В·А) | 300.310 | 300.120 | 300.190 | S (В·А) | 900.712 | | |
| S Σ (В·А) | 900.620 | | | P (Вт) | 450.460 | | |
| P (Вт) | 150.170 | 150.070 | 150.050 | P Σ (Вт) | 450.460 | | |
| P Σ (Вт) | 450.291 | | | $\sqrt{S^2-P^2}$ | 779.981 | | |
| $\sqrt{S^2-P^2}$ | 260.030 | 259.910 | 260.010 | Q Σ (вар) | 779.981 | | |
| Q Σ (вар) | 779.949 | | | K p | 0.50L | | |
| K p | 0.50L | 0.49L | 0.49L | K $p\Sigma$ | 0.50L | | |
| 60 В / 10 А 3Ф.4пр. | | | | 60 В / 10 А 3Ф.3пр. | | | |

| 12/02/07 13:01:20 | | | |
|---------------------|---------|---|---|
| Мощность ПОЛНАЯ | | | |
| | A | B | C |
| S (В·А) | 300.280 | | |
| S Σ (В·А) | 300.283 | | |
| P (Вт) | 150.150 | | |
| P Σ (Вт) | 150.146 | | |
| $\sqrt{S^2-P^2}$ | 260.050 | | |
| Q Σ (вар) | 260.060 | | |
| K p | 0.49L | | |
| 60 В / 10 А 1Ф.2пр. | | | |

Рисунок 4.3.7 - Режим отображения полной мощности для различных схем включения

При использовании Приборов модификаций "Энергомонитор-3.1КМ-Э х-х-ххЕ" после выбора «УСИЛИТЕЛЬ УН 6.1» доступны настройки коэффициентов приведения (Кдн, Кдт).

| 03/04/20 15:45:35 | |
|---------------------------------|---------------|
| КОЭФ. ПРИВЕДЕНИЯ | |
| ↔ К прив. I (А/В) | 001000.000000 |
| К прив. U (В/В) | 001000.000000 |
| u 10000 мВ / i 10000 мВ 3Ф.4пр. | |

Рисунок 4.3.8 – настройки коэффициентов приведения

При измерении мощностей применяются введенные коэффициенты приведения.

| 16/10/19 16:57:09 | | | | 03/04/20 15:45:35 | | | |
|---------------------------------|---------|----------|----------|-------------------------------|---------|---------|---------|
| Мощность АКТИВНАЯ | | | | Мощность РЕАКТИВНАЯ | | | |
| | A | B | C | на F-выходе: (↑) | A | B | C |
| P (Вт) | .029758 | -.015454 | -.000541 | $\sqrt{S^2-P^2}$ | .000000 | .000000 | .000000 |
| P Σ (Вт) | .013761 | | | Q Σ (вар) | .000000 | | |
| Uд (В) | .337829 | .345764 | .483093 | PEREP | .000000 | .000000 | .000000 |
| Iд (А) | .289794 | .324920 | .166503 | Q Σ (вар) | .000000 | | |
| K p | 0.307L | -0.135C | -0.006C | сдвиг | .000000 | .000000 | .000000 |
| u 10000 мВ / i 10000 мВ 3Ф.4пр. | | | | Q Σ (вар) | .000000 | | |
| | | | | t θ (φ) | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | | | t θ (φ) Σ | 0.000 | | |
| | | | | u 1000 мВ / i 1000 мВ 3Ф.4пр. | | | |

Рисунок 4.3.9 – Примеры экрана измерения мощности с учетом коэффициентов приведения

4.3.1.3 Измерение углов

В режиме "Углы" на дисплее отображаются значения углов фазового сдвига, градус:

" $\angle U_{A1} - U_{B1}$ " - между первыми гармониками фазных напряжений U_A и U_B ;

" $\angle U_{B1} - U_{C1}$ " - между первыми гармониками фазных напряжений U_B и U_C ;

" $\angle U_{C1} - U_{A1}$ " - между первыми гармониками фазных напряжений U_C и U_A ;

" $\angle U_{A1} - I_{A1}$ " - между первыми гармониками напряжения и тока в фазе А;

" $\angle U_{B1} - I_{B1}$ " - между первыми гармониками напряжения и тока в фазе В;

" $\angle U_{C1} - I_{C1}$ " - между первыми гармониками напряжения и тока в фазе С;

В левой части дисплея отображаются цифровые значения углов в градусах, а в правой части - векторная диаграмма (рисунок 4.3.10), на которой длинные вектора соответствуют напряжению, а короткие току.

Для проверки правильности чередования фаз при трехфазных схемах включения убедитесь, что значения углов " $\angle U_{A1} - U_{B1}$ ", " $\angle U_{B1} - U_{C1}$ ", " $\angle U_{C1} - U_{A1}$ " положительны (чередование по часовой стрелке).

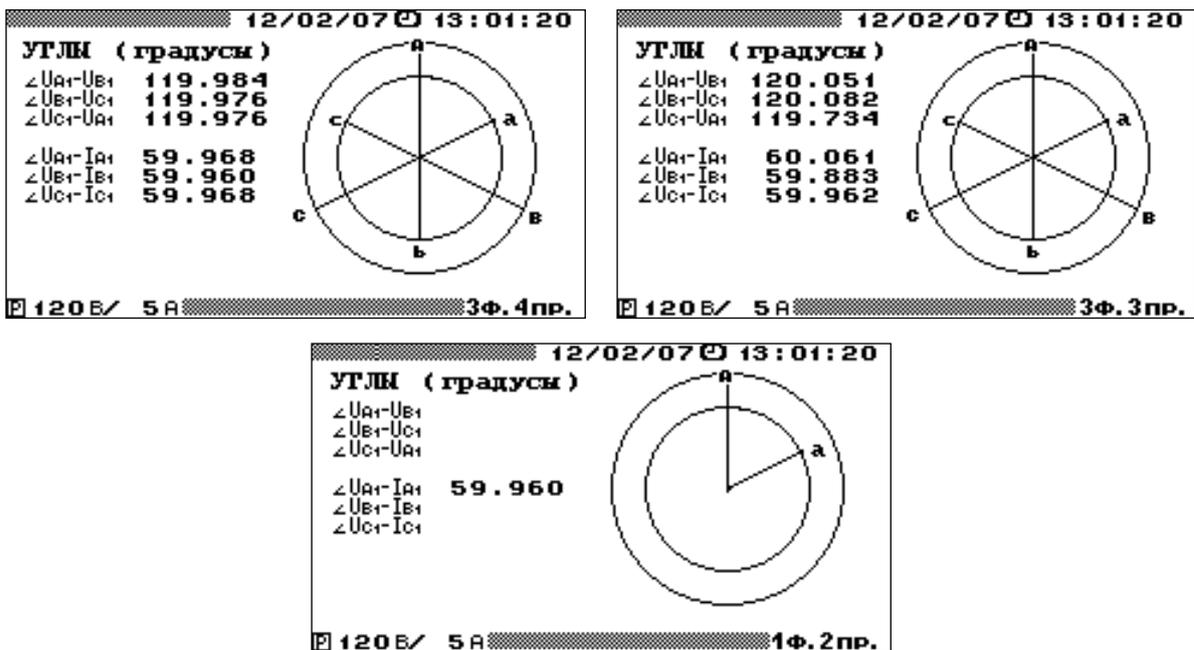


Рисунок 4.3.10 Режим отображения угловых сдвигов для различных схем включения

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

4.3.1.4 Измерение гармоник

При 3-фазной 4-проводной 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 "

- цифровыми клавишами: "1" – U_A , "2" – U_B , "3" – U_C , "6" – I_A , "7" – I_B , "8" – I_C .

При 3-фазной 3-проводной схеме подключения в режиме "Гармоники" доступны для наблюдения шесть экранов, отдельно для трех линейных напряжений и трех фазных токов.

Переход между экранами осуществляется:

- по циклу клавишами: " \leftarrow ", " \rightarrow ";
- цифровыми клавишами: "1" – U_{A-B} , "2" – U_{B-C} , "3" – U_{C-A} , "6" – I_A , "7" – I_B , "8" – I_C .

При однофазной 2-проводной схеме подключения в режиме "Гармоники" доступны для наблюдения два экрана, отдельно для напряжения и тока.

Переход между экранами осуществляется:

- по циклу клавишами: " \leftarrow ", " \rightarrow ";
- цифровыми клавишами: "1" – U , "6" – I .

Для возврата в меню "Измерения" необходимо нажать клавишу `ESC`.

| 12/07/12 13:01:20 | | |
|---------------------------------------------------------------------|--------|-----------|
| $U_{A1} = 54.8694В$ $F = 47.947 Гц$ | | |
| коэффициенты гармоник, %, $K_{UA} = 24.470\%$ | | |
| 1 | 100.00 | 11 00.000 |
| 2 | 00.000 | 12 00.000 |
| 3 | 00.000 | 13 00.000 |
| 4 | 00.000 | 14 00.000 |
| 5 | 00.000 | 15 00.000 |
| 6 | 00.000 | 16 00.000 |
| 7 | 00.000 | 17 00.000 |
| 8 | 00.000 | 18 00.000 |
| 9 | 00.000 | 19 00.000 |
| 10 | 09.990 | 20 19.950 |
| 21 | 00.000 | 21 00.000 |
| 22 | 00.000 | 22 00.000 |
| 23 | 00.000 | 23 00.000 |
| 24 | 00.000 | 24 00.000 |
| 25 | 00.000 | 25 00.000 |
| 26 | 00.000 | 26 00.000 |
| 27 | 00.000 | 27 00.000 |
| 28 | 00.000 | 28 00.000 |
| 29 | 00.000 | 29 00.000 |
| 30 | 09.950 | 30 09.950 |
| 120В/ 5А 3Ф, 4пр. | | |

| 12/07/12 13:01:20 | | |
|---------------------------------------------------------------------|--------|-----------|
| $U_{A1} = 54.8694В$ $F = 47.947 Гц$ | | |
| коэффициенты гармоник, %, $K_{UA} = 24.470\%$ | | |
| 31 | 00.000 | 41 00.000 |
| 32 | 00.000 | 42 00.000 |
| 33 | 00.000 | 43 00.000 |
| 34 | 00.000 | 44 00.000 |
| 35 | 00.000 | 45 00.000 |
| 36 | 00.000 | 46 00.000 |
| 37 | 00.000 | 47 00.000 |
| 38 | 00.000 | 48 00.000 |
| 39 | 00.000 | 49 00.000 |
| 40 | 00.000 | 50 00.000 |
| 120В/ 5А 3Ф, 4пр. | | |

| 12/07/12 13:01:20 | | |
|----------------------------------------------------------------------|--------|-----------|
| $U_{AB1} = 99.0224В$ $F = 47.947 Гц$ | | |
| коэффициенты гармоник, %, $K_{UAB} = 24.140\%$ | | |
| 1 | 100.00 | 11 02.430 |
| 2 | 02.450 | 12 02.430 |
| 3 | 02.450 | 13 02.430 |
| 4 | 02.440 | 14 02.430 |
| 5 | 03.670 | 15 02.430 |
| 6 | 02.440 | 16 02.430 |
| 7 | 02.430 | 17 02.430 |
| 8 | 02.430 | 18 02.430 |
| 9 | 02.430 | 19 02.430 |
| 10 | 06.420 | 20 13.410 |
| 21 | 02.430 | 21 02.430 |
| 22 | 02.420 | 22 02.420 |
| 23 | 02.420 | 23 02.420 |
| 24 | 02.440 | 24 02.440 |
| 25 | 02.420 | 25 02.420 |
| 26 | 02.420 | 26 02.420 |
| 27 | 02.420 | 27 02.420 |
| 28 | 02.420 | 28 02.420 |
| 29 | 02.420 | 29 02.420 |
| 30 | 04.780 | 30 04.780 |
| 120В/ 5А 3Ф, 3пр. | | |

| 12/02/07 13:01:20 | | |
|----------------------------------------------------------------------|--------|-----------|
| $U_{AB1} = 99.0224В$ $F = 47.947 Гц$ | | |
| коэффициенты гармоник, %, $K_{UAB} = 24.140\%$ | | |
| 31 | 00.000 | 41 00.000 |
| 32 | 00.000 | 42 00.000 |
| 33 | 00.000 | 43 00.000 |
| 34 | 00.000 | 44 00.000 |
| 35 | 00.000 | 45 00.000 |
| 36 | 00.000 | 46 00.000 |
| 37 | 00.000 | 47 00.000 |
| 38 | 00.000 | 48 00.000 |
| 39 | 00.000 | 49 00.000 |
| 40 | 00.000 | 50 00.000 |
| 120В/ 5А 3Ф, 3пр. | | |

| 12/07/12 13:01:20 | | |
|------------------------------------------------------------------|--------|-----------|
| $U_1 = 60.6564В$ $F = 47.947 Гц$ | | |
| коэффициенты гармоник, %, $K_U = 24.470\%$ | | |
| 1 | 100.00 | 11 00.000 |
| 2 | 00.000 | 12 00.000 |
| 3 | 00.000 | 13 00.000 |
| 4 | 00.000 | 14 00.000 |
| 5 | 00.000 | 15 00.000 |
| 6 | 00.000 | 16 00.000 |
| 7 | 00.000 | 17 00.000 |
| 8 | 00.000 | 18 00.000 |
| 9 | 00.000 | 19 00.000 |
| 10 | 09.990 | 20 19.950 |
| 21 | 00.000 | 21 00.000 |
| 22 | 00.000 | 22 00.000 |
| 23 | 00.000 | 23 00.000 |
| 24 | 00.000 | 24 00.000 |
| 25 | 00.000 | 25 00.000 |
| 26 | 00.000 | 26 00.000 |
| 27 | 00.000 | 27 00.000 |
| 28 | 00.000 | 28 00.000 |
| 29 | 00.000 | 29 00.000 |
| 30 | 09.950 | 30 09.950 |
| 120В/ 5А 1Ф, 2пр. | | |

| 12/07/12 13:01:20 | | |
|------------------------------------------------------------------|--------|-----------|
| $U_1 = 60.6564В$ $F = 47.947 Гц$ | | |
| коэффициенты гармоник, %, $K_U = 24.470\%$ | | |
| 31 | 00.000 | 41 00.000 |
| 32 | 00.000 | 42 00.000 |
| 33 | 00.000 | 43 00.000 |
| 34 | 00.000 | 44 00.000 |
| 35 | 00.000 | 45 00.000 |
| 36 | 00.000 | 46 00.000 |
| 37 | 00.000 | 47 00.000 |
| 38 | 00.000 | 48 00.000 |
| 39 | 00.000 | 49 00.000 |
| 40 | 00.000 | 50 00.000 |
| 120В/ 5А 1Ф, 2пр. | | |

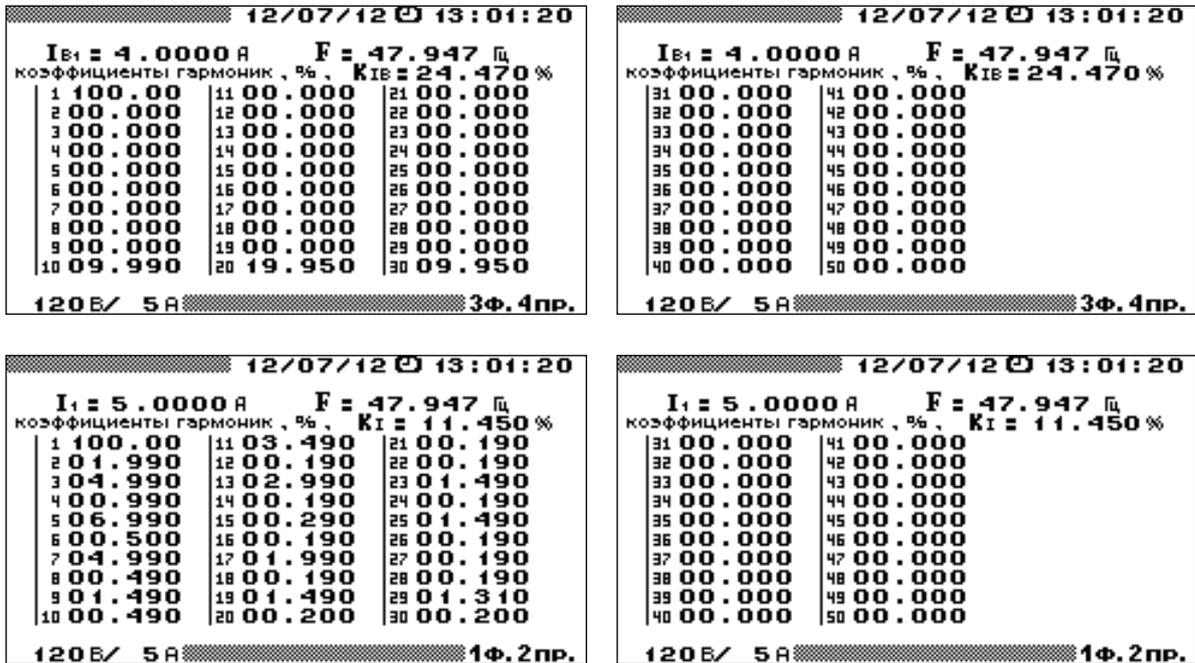


Рисунок 4.3.11 - Режим отображения гармоник напряжения и тока для различных схем включения

На дисплее (рисунки 4.3.11) отображаются измеренные значения:

- U_{A1} ; U_{B1} и U_{C1} - среднеквадратическое значение основной (первой) гармоники напряжения в фазах А, В и С, В;
- F - частота первой гармоники, Гц;
- коэффициенты гармоник порядка h напряжения для h от 1 до 50 в фазах А, В и С, в процентах от U_{A1} , U_{B1} и U_{C1} , соответственно (порядок гармоники указан слева от значения коэффициента);
- I_{A1} , I_{B1} и I_{C1} - среднеквадратическое значение основной (первой) гармоники тока в фазах А, В и С, А (или мВ);
- коэффициенты гармоник порядка h тока для h от 1 до 50 в фазах А, В и С, в процентах от I_{A1} , I_{B1} и I_{C1} , соответственно (порядок гармоники указан слева от значения коэффициента);
- K_{UA} K_{UB} K_{UC} - суммарный коэффициент гармоник напряжения (THD_U) в фазах А, В и С, %;
- K_{UAB} K_{UBC} K_{UCA} - суммарный коэффициент гармоник напряжения (THD_U) для линейных напряжений при 3-фазной 3-проводной схеме включения, %;
- K_{IA} K_{IB} K_{IC} - суммарный коэффициент гармоник тока (THD_I) в фазах А, В и С, %.

4.3.1.5 Измерение интергармоник

При 3-фазной 4-проводной схеме подключения в режиме "Интергармоники" доступны для наблюдения шесть экранов, отдельно для напряжений и токов по каждой фазе.

Переход между экранами осуществляется:

- по циклу клавишами: " \leftarrow ", " \rightarrow ";
- цифровыми клавишами: "1" – U_A , "2" – U_B , "3" – U_C , "6" – I_A , "7" – I_B , "8" – I_C .

При 3-фазной 3-проводной схеме подключения в режиме "Интергармоники" доступны для наблюдения шесть экранов, отдельно для трех линейных напряжений и трех фазных токов.

Переход между экранами осуществляется:

- по циклу клавишами: " \leftarrow ", " \rightarrow ";
- цифровыми клавишами: "1" – U_{A-B} , "2" – U_{B-C} , "3" – U_{C-A} , "6" – I_A , "7" – I_B , "8" – I_C .

При однофазной 2-проводной схеме подключения в режиме "Интергармоники" доступны для наблюдения два экрана, отдельно для напряжения и тока.

Переход между экранами осуществляется:

- по циклу клавишами: " \leftarrow ", " \rightarrow ";
- цифровыми клавишами: "1" – U , "6" – I .

Для возврата в меню "Измерения" необходимо нажать клавишу `ESC`.

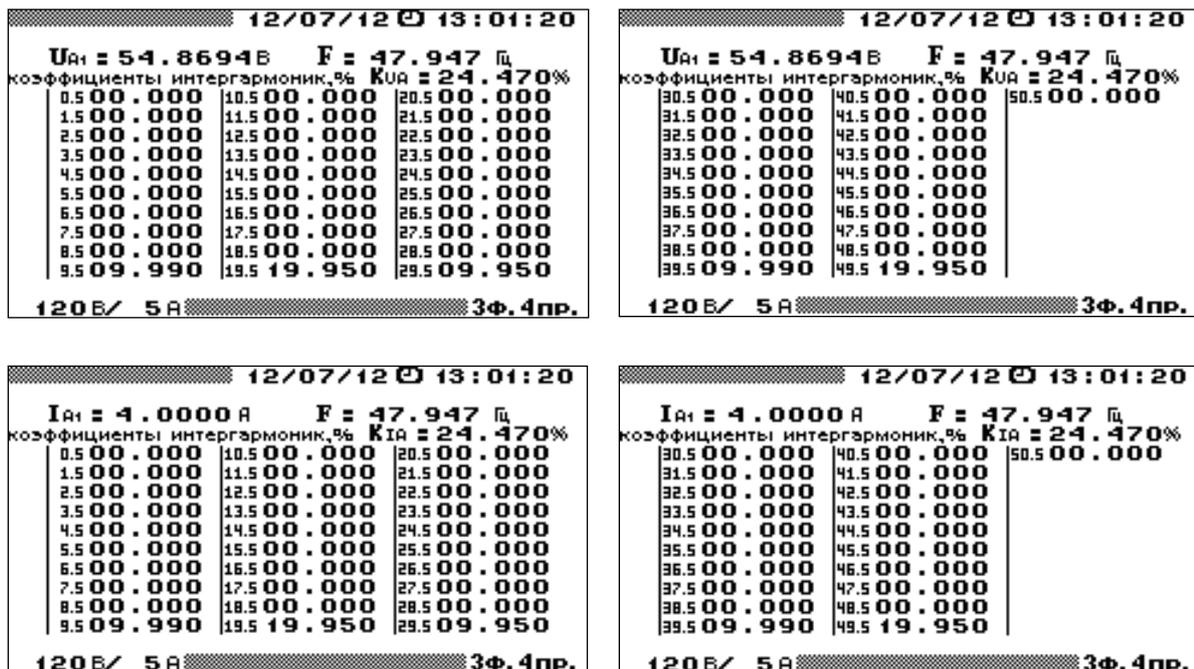


Рисунок 4.3.12 - Режим отображения интергармоник напряжения и тока

На дисплее (рисунки 4.3.12) отображаются измеренные значения:

- U_{A1} ; U_{B1} и U_{C1} - среднеквадратическое значение основной (первой) гармоники напряжения в фазах А, В и С, В;
- F - частота первой гармоники, Гц;
- коэффициенты интергармоник с частотой $m \cdot F$ (для m от 0,5 до 50,5 с дискретностью 1,0) напряжения в фазах А, В и С, в процентах от U_{A1} , U_{B1} и U_{C1} , соответственно (значения "m" указаны слева от значений коэффициентов);

- I_{A1} , I_{B1} и I_{C1} - среднеквадратическое значение основной (первой) гармоники тока в фазах А, В и С, А;
- коэффициенты интергармоник с частотой $m \cdot F$ (для m от 0,5 до 50,5 с дискретностью 1,0) тока в фазах А, В и С, в процентах от I_{A1} , I_{B1} и I_{C1} , соответственно (значения "m" указаны слева от значений коэффициентов);
- K_{UA} K_{UB} K_{UC} - суммарный коэффициент интергармоник напряжения в фазах А, В и С, %;
- K_{UAB} K_{UBC} K_{UCA} - суммарный коэффициент интергармоник напряжения для линейных напряжений при 3-фазной 3-проводной схеме включения, %;
- K_{IA} K_{IB} K_{IC} - суммарный коэффициент интергармоник тока в фазах А, В и С, %.

4.3.1.6 Измерение мощности гармоник

При трехфазных схемах подключения в режиме "МОЩНОСТЬ ГАРМОНИК" доступны для наблюдения три экрана, отдельно по каждой фазе.

Переход между экранами осуществляется:

- по циклу клавишами: " \leftarrow ", " \rightarrow ";
- цифровыми клавишами: "1" – фаза А, "2" – фаза В, "3" – фаза С.

При однофазной схеме подключения в режиме "Мощность гармоник" для наблюдения доступен один экран.

Во всех окнах режима "МОЩНОСТЬ ГАРМОНИК" с помощью клавиш " \downarrow " и " \uparrow " реализована вертикальная прокрутка для просмотра значений мощности гармоник порядка с 1 по 50.

В режиме "МОЩНОСТЬ ГАРМОНИК" на дисплее отображаются (рисунки 4.3.8) значения:

P_i (Вт) - активная электрическая мощность гармоники порядка h для h от 1 до 50, Вт;

" $\angle U_i - I_i$ " - угол фазового сдвига между гармониками порядка h напряжения и тока одной фазы для h от 1 до 50, градус.

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

Примечание. При действующих значениях токов и напряжений менее 1 % от номинальных значений параметры не рассчитываются (отображаются нулевые значения).

| 12/02/07 13:01:20 | | | 12/02/07 13:01:20 | | |
|---------------------|------------|------------------------|---------------------|------------|------------------------|
| МОЩНОСТЬ ГАРМОНИК | | | МОЩНОСТЬ ГАРМОНИК | | |
| фаза С | P_i (Вт) | $\angle U_i - I_i$ (°) | фаза В | P_i (Вт) | $\angle U_i - I_i$ (°) |
| 01 | 505.400 | -0.554 | 01 | 1512.10 | |
| 02 | 2.90300 | 0.523 | 02 | -8.08900 | |
| 03 | .001000 | -10.628 | 03 | -.000000 | |
| 04 | -.000000 | -89.945 | 04 | .000000 | |
| 05 | -.101000 | 11.953 | 05 | -.101000 | |
| 06 | -.000000 | 90.000 | 06 | -.039000 | |
| 07 | .000000 | 0.039 | 07 | .000000 | |
| 08 | -.000000 | -89.962 | 08 | -.962000 | |
| 09 | .000000 | -0.039 | 09 | .000000 | |
| 10 | -.000000 | 89.962 | 10 | -.000000 | |
| 120 В / 5 А 3Ф.4пр. | | | 120 В / 5 А 3Ф.3пр. | | |

Рисунок 4.3.13 Режим отображения гармонических составляющих активной мощности для различных схем включения

4.3.1.7 Измерение показателей качества электроэнергии

Измеряемые значения ПКЭ выводятся на несколько окон.

Перемещение по окнам осуществляется:

- по циклу клавишами: " \leftarrow " и " \rightarrow ";
- цифровыми клавишами.

В режиме "ТЕКУЩИЕ ЗНАЧЕНИЯ ПКЭ" на дисплее отображаются значения ПКЭ, измеряемые в текущий момент:

- напряжение прямой последовательности основной частоты ($U_{1(1)}$), В;
- напряжение нулевой последовательности основной частоты ($U_{0(1)}$), В;
- напряжение обратной последовательности основной частоты ($U_{2(1)}$), В;
- напряжение ($U_{1\phi}$) по каждой фазе, В;
- напряжение основной частоты ($U_{\phi(1)}$) по каждой фазе и междуфазное ($U_{\phi\phi(1)}$), В;
- коэффициент несимметрии напряжения по обратной последовательности (K_{2U}) и по нулевой последовательности (K_{0U});

| 03/04/2015 15:45:35 | | | |
|----------------------|----------|----------|-----------|
| Текущие значения ПКЭ | | | |
| $U_{1(1)}$ | .000000В | K_{2U} | 00.000% |
| $U_{2(1)}$ | .000000В | K_{0U} | 00.000% |
| $U_{0(1)}$ | .000000В | | |
| $U_{1A(1)}$ | .000000В | U_{1A} | .000000В |
| $U_{1B(1)}$ | .000000В | U_{1B} | .000000В |
| $U_{1C(1)}$ | .000000В | U_{1C} | .000000В |
| $U_{2AB(1)}$ | .000000В | F | 00.0000Гц |
| $U_{2BC(1)}$ | .000000В | | |
| $U_{2CA(1)}$ | .000000В | | |
| 800В/Т10А | | 3Ф.4пр. | |

- ток прямой последовательности основной частоты ($I_{1(1)}$);
- ток нулевой последовательности основной частоты ($I_{0(1)}$);
- ток обратной последовательности основной частоты ($I_{2(1)}$);
- ток основной частоты ($I_{\phi(1)}$) по каждой фазе
- Угол фазового сдвига между напряжением и током, градус:
 - прямой последовательности;
 - обратной последовательности;
 - нулевой последовательности
- активные мощности токов прямой последовательности основной частоты ($P_{1(1)}$), обратной последовательности основной частоты ($P_{2(1)}$), нулевой последовательности основной частоты ($P_{0(1)}$).

| 03/04/20 15:45:35 | | | |
|----------------------|----------|---------------------------------------|----------|
| текущие значения ПКЭ | | | |
| U ₁₍₀₎ | .000000В | I ₁₍₀₎ | .000000А |
| U ₂₍₀₎ | .000000В | I ₂₍₀₎ | .000000А |
| U ₀₍₀₎ | .000000В | I ₀₍₀₎ | .000000А |
| I _{A(0)} | .000000А | | |
| I _{B(0)} | .000000А | | |
| I _{C(0)} | .000000А | | |
| P ₁₍₀₎ | .00000Вт | U ₁ ^ I ₁₍₀₎ | 00.000° |
| P ₂₍₀₎ | .00000Вт | U ₂₍₀₎ ^ I ₂₍₀₎ | 00.000° |
| P ₀₍₀₎ | .00000Вт | U ₀₍₀₎ ^ I ₀₍₀₎ | 00.000° |
| 800В / Т 10А | | 3Ф. 4пр. | |

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

При использовании Приборов модификаций "Энергомонитор-3.1КМ-Э х-х-ххЕ" после выбора «УСИЛИТЕЛЬ УН 6.1» доступны значения ПКЭ, измеряемые в текущий момент:

- напряжение прямой последовательности основной частоты ($U_{1(1)}$), В;
- напряжение нулевой последовательности основной частоты ($U_{0(1)}$), В;
- напряжение обратной последовательности основной частоты ($U_{2(1)}$), В;
- напряжение ($U_{1\phi}$) по каждой фазе, В;
- напряжение основной частоты ($U_{\phi(1)}$) по каждой фазе и междуфазное ($U_{\phi\phi(1)}$), В;
- коэффициент несимметрии напряжения по обратной последовательности (K_{2U}) и по нулевой последовательности (K_{0U});

| 03/04/20 15:45:35 | | | |
|----------------------|-----------|-----------------|-----------|
| текущие значения ПКЭ | | | |
| U ₁₍₀₎ | .000000МВ | K _{2U} | 00.000% |
| U ₂₍₀₎ | .000000МВ | K _{0U} | 00.000% |
| U ₀₍₀₎ | .000000МВ | | |
| U _{A(0)} | .000000МВ | U _{1A} | .000000МВ |
| U _{B(0)} | .000000МВ | U _{1B} | .000000МВ |
| U _{C(0)} | .000000МВ | U _{1C} | .000000МВ |
| U _{AB(0)} | .000000МВ | F | 00.0000Гц |
| U _{BC(0)} | .000000МВ | | |
| U _{CA(0)} | .000000МВ | | |
| U 1000МВ / I 1000МВ | | 3Ф. 4пр. | |

- ток прямой последовательности основной частоты ($I_{1(1)}$);
- ток нулевой последовательности основной частоты ($I_{0(1)}$);
- ток обратной последовательности основной частоты ($I_{2(1)}$);
- ток основной частоты ($I_{\phi(1)}$) по каждой фазе

| 03/04/20 15:45:35 | | | |
|----------------------|-----------|-------------------|-----------|
| текущие значения ПКЭ | | | |
| U ₁₍₀₎ | .000000МВ | I ₁₍₀₎ | .000000МВ |
| U ₂₍₀₎ | .000000МВ | I ₂₍₀₎ | .000000МВ |
| U ₀₍₀₎ | .000000МВ | I ₀₍₀₎ | .000000МВ |
| I _{A(0)} | .000000МВ | | |
| I _{B(0)} | .000000МВ | | |
| I _{C(0)} | .000000МВ | | |
| U 1000МВ / I 1000МВ | | 3Ф. 4пр. | |

4.3.1.8 Измерение кратковременной дозы фликера

В режиме "Фликер" (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 (1, 5 или 10 минут);
- время, оставшееся до окончания очередного замера кратковременной дозы фликера;
- значения кратковременной дозы фликера, обновление значений происходит по окончании очередного интервала времени измерения.

Процедура измерения и расчета кратковременной дозы фликера запускается при входе в режим "Фликер". Первое значение появляется через время равное интервалу времени измерения плюс 2 минуты, а в дальнейшем обновление значений кратковременной дозы фликера происходит через время равное интервалу времени измерения.

4.3.1.9 Форма сигнала

В режиме "ФОРМА СИГНАЛА" на дисплее отображаются формы фазных сигналов напряжений и токов (рисунок 4.3.14). При входе в данный режим отображается только форма сигнала напряжения фазы А. При нажатии клавиш "1", "2", "3", "6", "7", "8" происходит отображение/скрытие форм сигналов U_A , U_B , U_C , I_A , I_B , I_C соответственно. В данном режиме в правой части экрана индицируются 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 в меню "Измерения" необходимо нажать клавишу "ESC".



Рисунок 4.3.14 - Режим отображения формы сигнала

4.3.1.10 Измерение энергии

В режиме «ЭНЕРГИЯ» прибор работает в режиме счетчика электроэнергии. Для наблюдения доступен один из экранов (рисунок 4.3.15).

При выборе пункта «Запуск замера» (рисунок 4.3.15а) на экране отображаются измеренные нарастающим итогом активная (кВт·ч) и реактивная (квар·ч) потребляемая и генерируемая энергии (суммарные по всем подключенным фазам).

По умолчанию параметр "ВРЕМЯ ЗАМЕРА" равно нулю, при этом значении (T=0 с) измерение энергии будет вестись без ограничения до тех пор, пока оператор не остановит измерение (с клавиатуры), выбрав пункт «Остановка замера» (рисунок 4.3.15в).

При выборе пункта «Время замера (с)» (рисунок 4.3.15б) оператор может ввести с клавиатуры значение в секундах, но кратное 4 секундам (4 с, 8 с, 12 с...). В случае некратного значения прибор установит этот параметр ближайшим кратный 4 с. В случае измерений с установленным временем оператор может остановить измерения досрочно, выбрав пункт «Остановка замера» (рисунок 4.3.15в).

А)

| 03/04/20 15:45:35 | | |
|----------------------------|-------------|-------------|
| ЭНЕРГИЯ | | |
| | потребление | генерация |
| АКТИВНАЯ (кВт·ч) | | |
| | 0000.000000 | 0000.000000 |
| РЕАКТИВНАЯ (квар·ч) | | |
| ВСЕ-ФЭ | 0000.000000 | 0000.000000 |
| ПЕРЕФ | 0000.000000 | 0000.000000 |
| СДВИГ | 0000.000000 | 0000.000000 |
| ЗАПУСК ЗАМЕРА | | |
| ↔ ВРЕМЯ ЗАМЕРА (с) | 00020 | |
| 800В/Т100А 3Ф. 4пр. | | |

Б)

| 03/04/20 15:45:35 | | |
|----------------------------|-------------|-------------|
| ЭНЕРГИЯ | | |
| | потребление | генерация |
| АКТИВНАЯ (кВт·ч) | | |
| | 0000.000000 | 0000.000000 |
| РЕАКТИВНАЯ (квар·ч) | | |
| ВСЕ-ФЭ | 0000.000000 | 0000.000000 |
| ПЕРЕФ | 0000.000000 | 0000.000000 |
| СДВИГ | 0000.000000 | 0000.000000 |
| ВРЕМЯ ЗАМЕРА (с) | | |
| | 03600 | |
| 800В/Т100А 3Ф. 4пр. | | |

В)

| 03/04/20 15:45:35 | | |
|----------------------------|-------------|-------------|
| ЭНЕРГИЯ | | |
| | потребление | генерация |
| АКТИВНАЯ (кВт·ч) | | |
| | 0000.000000 | 0000.000000 |
| РЕАКТИВНАЯ (квар·ч) | | |
| ВСЕ-ФЭ | 0000.000000 | 0000.000000 |
| ПЕРЕФ | 0000.000000 | 0000.000000 |
| СДВИГ | 0000.000000 | 0000.000000 |
| ОСТАНОВКА ЗАМЕРА | | |
| ↔ осталось время (с) | 03599 | |
| 800В/Т100А 3Ф. 4пр. | | |

Рисунок 4.3.15 - Режим «Энергия»

Значения реактивной энергии вычисляются по трем формулам (в соответствии с реализованными в приборе методами расчета реактивной мощности).

Чтобы выйти из режима, нужно выполнить пункт «Остановка замера», нажать клавишу «ESC», после чего на экране появится запрос на подтверждение выхода («ENT» — да, «ESC» — нет).

Внимание!

При выходе из режима рассчитанные значения энергии обнуляются.

4.3.2 Работа в режиме "Измерение параметров постоянного тока"

При выборе в подменю "ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ" пункта "ПОСТОЯННОГО ТОКА" на дисплей выводится подменю "ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПОСТОЯННОГО ТОКА" с перечнем режимов:

ОСНОВНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМА СИГНАЛА

КАЛИБРОВКА НУЛЯ I

4.3.2.1 Калибровка нуля тока

Перед началом измерений силы постоянного тока и мощности постоянного тока необходимо произвести калибровку нуля измерительных каналов тока. В процессе работы операцию калибровки нуля можно повторять. Рекомендуется производить калибровку нуля в процессе работы после существенного (более чем на 5 °С) изменения температуры окружающего воздуха.

Калибровка нуля производится при отсутствии входных сигналов.

Для проведения калибровки в окне "ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПОСТОЯННОГО ТОКА" с помощью клавиш "↓" и "↑" подвести указатель к пункту "КАЛИБРОВКА НУЛЯ I" и нажать клавишу "ENT" – на дисплей выводится экран "Выберите предел по току". На этом экране перечислены все значения номинального тока, имеющиеся в данной модификации Прибора. С помощью клавиш "↓" и "↑" подведите указатель к нужной строке и нажмите клавишу "ENT". На дисплей выводится запрос "Начать калибровку?". Дальнейшие действия производить в соответствии с указаниями, выводимыми на дисплей Прибора.

Если предполагается производить измерения в диапазонах с несколькими значениями номинального тока, то повторите операцию калибровки для всех нужных диапазонов.

4.3.2.2 Измерение основных величин постоянного тока

Перед началом измерений производятся настройки Прибора в соответствии с п. 4.2 настоящего РЭ.

Выбранные при настройке пределы измерений и схема подключения в дальнейшем будут отображаться в нижней строке дисплея.

В этом режиме доступно оперативное изменение пределов измерения с помощью "горячей" клавиши "F".

При выборе в окне "ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПОСТОЯННОГО ТОКА" режима "ОСНОВНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ" Прибор производит измерения напряжения, силы тока и мощности постоянного тока по трем каналам с выбранными при настройке пределами измерений.

На дисплей выводятся три значения мощности P (Вт), три значения напряжения U_{CP} (В) и три значения силы тока I_{CP} (А).

4.3.2.3 Форма сигнала

В режиме "ФОРМА СИГНАЛА" на дисплее отображаются формы сигналов напряжения и тока для трех каналов. При входе в данный режим отображается форма сигнала напряжения, поданного на первый канал (U_A). При нажатии клавиш "1", "2", "3", "6", "7", "8" происходит отображение/скрытие форм сигналов U_A , U_B , U_C , I_A , I_B , I_C соответственно. В данном режиме в правой части экрана индицируются значения отображаемых сигналов.

Формы сигналов и значения величин, 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 в меню "Измерения" необходимо нажать клавишу "ESC".

4.4 Поверка счетчиков

4.4.1 Режим поверки счетчиков

Режим "ПОВЕРКА СЧЕТЧИКОВ" предназначен для проверки работоспособности счетчиков электроэнергии классов точности 0,05 и менее точных (в соответствии с вариантом исполнения Прибора по метрологическим характеристикам), а также для их поверки по соответствующей утвержденной методике. При этом в памяти Прибора сохраняются архивы значений погрешности поверенных счетчиков. В архиве может храниться информация о поверке до 200 счетчиков (до 10 точек поверки по каждому счетчику). На основании данной информации на ПК возможно автоматическое создание отчетов по результатам поверки счетчиков. Для этой цели в комплекте с Приборами поставляется специальное программное обеспечение – Em-Counter, позволяющее считывать, сохранять и просматривать архивы поверенных средств измерения и формирования протоколов.

Для поверки счетчика с телеметрическим импульсным выходом (типа "сухой" контакт или "открытый коллектор") необходимо подсоединить телеметрический выход проверяемого счетчика с помощью специального кабеля к ПФИ (красный провод-коллектор, "+"; чёрный – эмиттер, "-"). ПФИ подключить к частотному входу Прибора.

Для поверки счетчика с импульсным выходом ($U_1 = 3...15$ В, $U_0 = 0...0,4$ В) необходимо соединить частотный выход проверяемого счетчика к частотным входом Прибора.

Для поверки счетчика с оптическим импульсным выходом необходимо использовать фотосчитывающее устройство УФС-Э, которое соединяется с частотным входом Прибора.

Для поверки счетчика индукционного типа необходимо использовать фотосчитывающее устройство УФС-И, которое соединяется с частотным входом Прибора.

Процесс поверки счетчиков активируются при выборе пункта меню "ПОВЕРКА СЧЕТЧИКОВ", на дисплее отображается окно "ПОВЕРКА СЧЕТЧИКОВ" рисунок 4.4.1.

```

03/04/2009 15:45:35
↔ ВХОД В ПОВЕРКУ N001
ТИП СЧЕТЧИКА: METER 1
Заводской № 234556723
ГОД ВЫПУСКА 2003
КЛАСС СЧЕТЧИКА (%) 1.00
ПОСТОЯННАЯ (ИМП/кВт.ч) 014400000
U ном. лия. (В) 100.0
U ном. фаз. (В) 200.0
I ном. (А) 030.0
КОЭФ. ТР. ТОКА 0010/0010
ТИП МОЩНОСТИ активная
УДАЛЕНИЕ АРХИВА
800В/Т10А 3Ф.4пр.

```

Рисунок 4.4.1 - Окно "Поверка счетчиков"

В этом окне задается информация о поверяемом счетчике:

- тип, заводской номер, год выпуска, класс точности и постоянная счетчика,
- коэффициент трансформации измерительных трансформаторов тока,
- номинальные значения напряжения и тока счетчика,
- тип мощности, по которой будет производиться поверка (активная, полная или реактивная *).

*** При поверке счетчиков реактивной энергии в Приборе необходимо выбрать метод измерения реактивной мощности, используемый в поверяемом счетчике для измерения реактивной энергии.**

В этом окне возможно удаление ранее созданных архивов поверенных счетчиков.

При использовании Приборов модификаций "Энергомонитор-3.1КМ-Э х-х-ххЕ" после выбора «УСИЛИТЕЛЬ УН 6.1» на дисплее отображается окно "ПОВЕРКА СЧЕТЧИКОВ" рисунок 4.4.2.

```

03/04/2009 15:45:35
↔ ВХОД В ПОВЕРКУ N001
ТИП СЧЕТЧИКА: METER 1
Заводской № 234556723
ГОД ВЫПУСКА 2003
КЛАСС СЧЕТЧИКА (%) 1.00
ПОСТОЯННАЯ (ИМП/кВт.ч) 014400000
U ном. (МВ) 01000
U ном. (МВ) 02000
К ПРИБ. U (В/В) 001000.000000
К ПРИБ. I (А/В) 001000.000000
ТИП МОЩНОСТИ активная
УДАЛЕНИЕ АРХИВА
U 1000МВ / I 1000МВ 3Ф.4пр.

```

Рисунок 4.4.2 - Окно "Поверка счетчиков" Приборов модификаций "Энергомонитор-3.1КМ-Э х-х-ххЕ"

В этом окне задается информация о поверяемом счетчике:

- тип, заводской номер, год выпуска, класс точности и постоянная счетчика,
- номинальные значения сигналов тока (U_i ном) и напряжения (U_u ном) счетчика,

- коэффициенты датчиков тока (А/В) и напряжения (В/В), установленные в счётчике,
- тип мощности, по которой будет производиться поверка (активная, полная или реактивная).

Поверяемый ЭлТА-счетчик подключается к источнику сигналов в соответствии с РЭ поверочной установки.

При необходимости изменения пределов измерения Прибора возможен быстрый переход по клавише "F" в меню установки пределов измерения Прибора.

При повторном включении Прибора по умолчанию применяются значения перечисленных параметров, установленные ранее.

Для ввода типа поверяемого счетчика с помощью клавиш "↓" и "↑" подвести указатель к пункту "ТИП СЧЕТЧИКА" и нажать клавишу "ENT" – на дисплей выводится экран "ТИП СЧЕТЧИКА" (рисунок 4.4.3) в котором можно выбрать один из десяти типов счетчиков, которые есть в библиотеке, либо ввести новое имя.

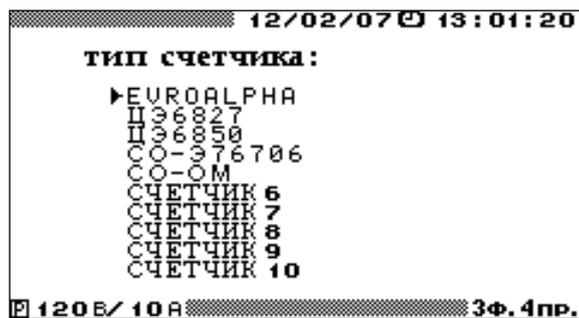


Рисунок 4.4.3 - Окно выбора типа поверяемого счетчика

Для выбора одного из типов счетчиков из библиотеки необходимо с помощью клавиш "↓" и "↑" подвести курсор к данному типу (рисунок 4.4.3) и дважды нажать клавишу "ENT", при этом также загрузятся все параметры, соответствующие данному типу.

Для выбора типа счетчика необходимо подвести курсор к требуемому имени и нажать клавишу "ENT", при этом откроется окно ввода (рисунок 4.4.4).

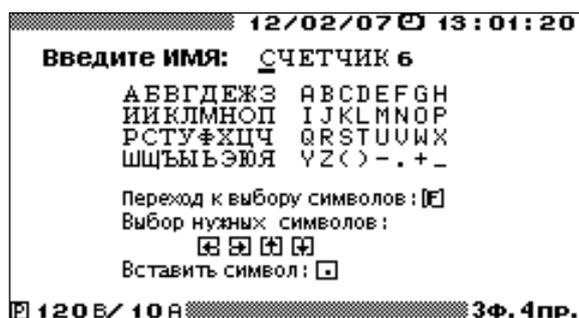


Рисунок 4.4.4 - Окно ввода имени счетчика

В случае, если выбранное имя не требуется изменять, необходимо нажать клавишу "ENT" или "ESC", при этом произойдет возврат в окно входа в очередную поверку (рисунок 4.4.1) с выбранным именем счетчика.

При необходимости пользователь может ввести оригинальное имя счетчика.

Ввод символов осуществляется путем подведения курсора с помощью клавиш "←" и "→" 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 "↓", "↑", "←" и "→". Вставка выбранного символа происходит при нажатии клавиши `.` , 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 "ПОВЕРКА СЧЕТЧИКОВ" (рисунок 4.4.1).

При необходимости изменения значений каких-либо параметров в окне "ПОВЕРКА СЧЕТЧИКОВ" (рисунок 4.4.1) необходимо с помощью клавиш "↓" и "↑" подвести указатель к данному параметру и нажать клавишу "ENT", после чего произойдет переход в окно для редактирования его значения.

Параметр "Коэффициент трансформации тока" используется в случае, если счетчик электрической энергии подключен к электросети через измерительные трансформаторы тока. Значение данного параметра задается как отношение токов первичной и вторичной обмоток трансформатора тока. В случае, если измерительные трансформаторы тока не используются, введенные значения токов первичной и вторичной обмоток должны быть одинаковыми.

При изменении (корректировке) значений параметров, соответствующих выбранному типу счетчика, все изменения будут запомнены в библиотеке под данным именем. Любой из десяти типов счетчиков, хранящихся в библиотеке, может быть создан как непосредственно в Приборе, так и загружен с ПК.

При выборе в окне **"ПОВЕРКА СЧЕТЧИКОВ"** (рисунок 4.4.2) пункта **"ВХОД В ПОВЕРКУ"** открывается окно (рисунок 4.4.5).



Рисунок 4.4.5 - Окно "ПОВЕРКА № _____"

В окне отображается:

- **"ЧИСЛО ВХОДНЫХ ИМП."** – число импульсов, поступающих с поверяемого счетчика на частотный вход Прибора, по которому будет осуществляться определение погрешности (число может корректироваться оператором);

- **"ЧИСЛО ВЫХОДНЫХ ИМП."** – число импульсов, которое должно быть сформировано на выходе Прибора за время определения погрешности счетчика (рассчитывается автоматически и должно быть пропорционально энергии, соответствующей числу входных импульсов).

Число входных импульсов и число выходных импульсов рассчитываются на основании постоянной Прибора и введенных значений класса счетчика, постоянной счетчика, коэффициента трансформации измерительных трансформаторов тока и выбранного коэффициента деления Прибора (1, 2, 64, 1024 или 8192).

При выборе в окне "ПОВЕРКА № _____" пункта "ВХОД В ЗАМЕР № ____" открывается окно поверки (рисунок 4.4.6). В данном окне отображаются текущие значения действующих значений напряжения и тока, коэффициента мощности и значение того типа мощности, по которой проводится поверка, а так же ожидаемое время поверки счетчика.

При необходимости изменения времени поверки возможна корректировка рекомендуемого количества входных импульсов в предыдущем окне. Однако при этом следует учитывать, что при уменьшении числа входных импульсов точность, с которой будет определяться погрешность поверяемого счетчика, не будет соответствовать его классу точности.



Рисунок 4.4.6 - Окно поверки счетчика

Для запуска замера необходимо подвести курсор к пункту "ЗАПУСК ЗАМЕРА № ___" и нажать клавишу "ENT", после чего надпись "ЗАПУСК ЗАМЕРА № ___" заменяется на "ОСТАНОВИТЬ ЗАМЕР". В нижней строке отображается время, оставшееся до окончания замера (рисунок 4.4.7).

По завершению замера отображается относительная погрешность поверяемого счетчика. После нажатия клавиши "ENT" вместо надписи "ОСТАНОВКА ЗАМЕРА № ___" появляется надпись "ЗАПОМНИТЬ ЗАМЕР № ___".

Подведя курсор к данному пункту, и нажав клавишу "ENT", можно запомнить данный замер в архив. При проведении следующего замера можно изменить значения токов, напряжений, коэффициента мощности и мощности, подаваемых на поверяемый счетчик, и повторить действия, необходимые для проведения замера.

| 12/02/07 13:01:20 | | | |
|-----------------------------|---------|---------|----------|
| | A (A-B) | B (B-C) | C (C-A) |
| Uф (В) | 60.0320 | 60.0180 | 60.0110 |
| Iф (А) | 5.00040 | 5.00040 | 5.00090 |
| Uл (В) | 103.960 | 103.940 | 103.960 |
| Кр | 0.50L | 0.50L | 0.49L |
| КрΣ | | PΣ (Вт) | 450.205 |
| время | | SΣ (ВА) | |
| счета (сек) | 6 | 0Σ (ВА) | |
| ПОГРЕШНОСТЬ (%) 0.25 | | | |
| → ОСТАНОВКА ЗАМЕРА № 1 | | | 00000004 |
| осталось время (сек) | | | 00011520 |
| 120В/10А | | | 3Ф.4пр. |

Рисунок 4.4.7 - Окно результатов поверки счетчика

Для возврата в окно задания параметров поверяемого счетчика необходимо нажать клавишу "ESC".

Информация о поверенных счетчиках сохраняется в архиве в следующем формате:

- тип счетчика,
- заводской номер счетчика,
- год выпуска счетчика,
- класс счетчика,
- постоянная счетчика $C_{сч}$,
- $U_{ном}$ (В) и $I_{ном}$ (А) счетчика,
- тип мощности, по которой производилась поверка,
- коэффициент трансформации измерительных трансформаторов тока,
- дата и время поверки,
- до 10 записей проведенных по данному счетчику:
 - параметры испытательного сигнала во время определения погрешности,
 - измеренная погрешность.

Данная информация доступна для просмотра только на ПК, где может быть сформирован протокол поверки счетчиков.

4.4.2 Пульт формирования импульсов

В состав комплекта поставки Прибора может входить пульт формирования импульсов (ПФИ). ПФИ используется при поверке счетчиков электроэнергии вместо фотосчитывающих устройств УФС-И и УФС-Э.

ПФИ предназначен для формирования импульсов и передачи их на частотный вход Прибора. ПФИ может применяться совместно с Прибором для контроля метрологических характеристик индукционных и электронных однофазных и трехфазных счетчиков активной и реактивной электрической энергии.

Использование в ручном режиме

В режиме «поверка счетчиков» после «запуска замера» необходимо в момент прохода метки диска счетчика мимо риски на щитке счетчика (при загорании светодиода на электронном счетчике) нажать кнопку на ПФИ. При этом Прибор начинает измерение погрешности счетчика, и слышен звуковой сигнал. Повторять нажатие кнопки при каждом проходе метки диска (загорании светодиода) после первого следует столько раз, сколько указано «входных импульсов» на дисплее Прибора. После последнего нажатия Прибор выводит значение измеренной погрешности счетчика.

Внимание! При использовании ПФИ для поверки счетчиков электроэнергии следует учитывать дополнительную погрешность, связанную с разбросом времени нажатия оператором кнопки на ПФИ.

Примечание. В случае, если в режиме поверки счетчик делает один оборот диска менее, чем за 2 с (период загорания светодиода – для электронного счетчика), рекомендуется увеличить число импульсов по которым производится поверка, либо вместо ПФИ использовать устройство УФС-И (Э).

Использование в автоматическом режиме

Для проведения проверки электронных счетчиков с телеметрическим импульсным выходом подсоедините к ПФИ дополнительный кабель для съема телеметрии (черно-красный) и затем подключите его к телеметрическому выходу поверяемого счетчика (красный конец – на «плюс ТМ», черный – на «минус ТМ»).

4.5 Регистрация

Процессы записи данных в энергонезависимую память (режим архивирования) активируются при выборе пункта "Регистрация" главного меню, при этом на дисплее отображаются (рисунок 4.5.1):

- тип регистрации,
- номинальные значения напряжения (по умолчанию $U_{\text{ном. фаз.}} = 219,4 \text{ В}$, $U_{\text{ном. лин.}} = 380 \text{ В}$),
- запрос на начало регистрации.

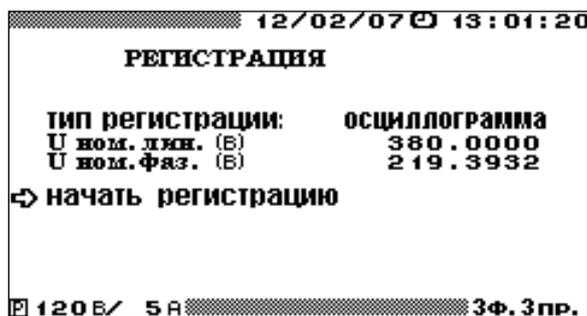


Рисунок 4.5.1 - Запрос на подтверждение начала регистрации

При необходимости изменения значений каких-либо параметров, необходимо с помощью клавиш "↓" и "↑" подвести указатель к данному параметру и нажать клавишу "ENT", после чего произойдет переход в окно, где возможно редактирование его значения. Для возврата в главное меню необходимо нажать клавишу "ESC".

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

Для изменения номинальных значений напряжения необходимо подвести курсор к соответствующему параметру и нажать клавишу "ENT". В открывшемся окне с помощью цифровой клавиатуры и клавиш "←" и "→" ввести нужные номинальные значения. 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 "Регистрация". При изменении номинального значения фазного или межфазного напряжения второе автоматически пересчитывается.

Прибор позволяет производить регистрацию провалов и перенапряжений (режим "ПРОВАЛЫ") или осциллографирование (режим "ОСЦИЛЛОГРАММА").

Для выбора типа регистрации необходимо подвести курсор к пункту "Тип регистрации" и нажать клавишу "ENT". При этом отобразится список (рисунок 4.5.2), для выбора необходимо подвести курсор к требуемому типу и нажать клавишу "ENT".

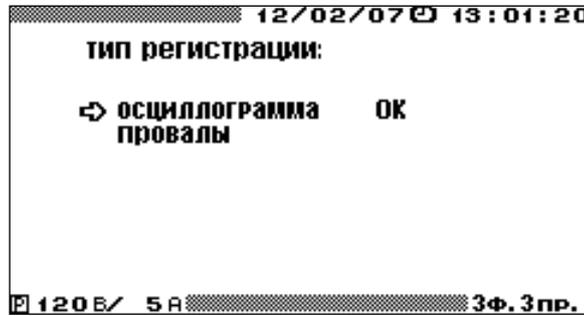


Рисунок 4.5.2 - Окно выбора типа регистрации

В режиме регистрации провалов и перенапряжений в памяти Прибора 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;
- длительность события;
- глубина провала или коэффициент перенапряжения.

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

В режиме осциллографирования Прибор работает в режиме регистрации данных поступающих непосредственно с АЦП. В этом режиме работы в архиве сохраняются значения, поступающие с каждого канала АЦП (3 фазы напряжения и 3 фазы тока) с частотой 12,8 кГц. Данная информация, сохраняемая в архиве, доступна для просмотра только на ПК, где можно восстановить форму кривых напряжения и тока по каждой фазе.

Объем энергонезависимой памяти, предназначенной для архивов, позволяет хранить данные объемом:

- в режиме регистрации провалов и перенапряжений - 20000 событий,
- в режиме осциллографирования - данные поступающих непосредственно с АЦП в течение 2 минут 20 секунд – при трехфазной схеме подключения и 7 минут – при однофазной схеме подключения.

Для начала регистрации необходимо подвести указатель к пункту "НАЧАТЬ РЕГИСТРАЦИЮ" и нажать клавишу "ENT", при этом на дисплее отображаются тип регистрации и запрос на окончание регистрации (рисунок 4.5.3).

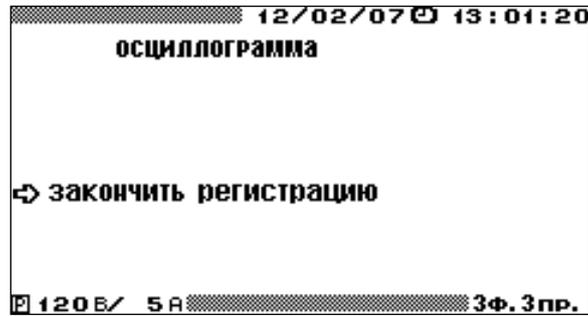


Рисунок 4.5.3 - Запрос на окончание регистрации

Кроме того, в нижней строке отображается текущее состояние режима регистрации:

- ждем начало регистрации - это сообщение индицируется в течение нескольких секунд, пока происходит подготовка к началу регистрации (очистка энергонезависимой памяти),
- идет регистрация - это сообщение индицируется, если Прибор выполняет регистрацию.

Непосредственно регистрация начинается через несколько секунд после команды `НАЧАТЬ РЕГИСТРАЦИЮ`, которые необходимы для очистки энергонезависимой памяти Прибора. Процесс регистрации прекратится при полном заполнении энергонезависимой памяти Прибора, так же регистрация может быть завершена нажатием клавиши "ENT" на пункте "ЗАКОНЧИТЬ РЕГИСТРАЦИЮ", при этом будет выдан запрос на подтверждение окончания регистрации.

Внимание! При начале очередной регистрации все данные, хранящиеся в энергонезависимой памяти Прибора с предыдущей регистрации, будут стерты.

4.6 Поверка измерительных трансформаторов напряжения

4.6.1 Режим "Поверка ТН"

Режим предназначен для проверки работоспособности измерительных трансформаторов напряжения (ИТН), а также для их поверки по соответствующей утвержденной методике. При этом Прибор (только модификации "Энергомонитор-3.1КМ-Э х-х-хТх") работает в качестве "прибора сравнения".

Прибор позволяет проводить поверку ИТН класса точности 0,05 и менее точных (в таблицах 9 и 10 приведены значения амплитудной и угловой погрешностей). При этом в памяти Прибора формируется архив с результатами поверки до 200 ИТН (до 10 точек поверки по каждому ИТН). Архивная информация о поверенных ИТН доступна в дальнейшем для просмотра на ПК после загрузки архива. На основании данной информации на ПК возможно автоматическое создание протоколов по результатам поверки ИТН с помощью ПО «Поверка трансформаторов».

Режим поверки трансформаторов напряжения активируется при выборе пункта "Поверка ТН" главного меню, для возврата в главное меню необходимо нажать клавишу "ESC".

Поверка трансформаторов напряжения проводится с помощью установки (рисунок 4.6.1), состоящей из:

- регулируемого источника высокого напряжения;
- эталонного ИТН;
- нагрузочного устройства;
- Прибора модификаций "Энергомонитор-3.1КМ-Э х-х-хТх" .

С помощью регулируемого источника высокого напряжения задается напряжение на входных (высоковольтных) обмотках поверяемого и эталонного ИТН. Вторичные (низковольтные) обмотки поверяемого и эталонного ТН подключаются к входным клеммам "U_A" и "U_B" Прибора соответственно. Нулевые клеммы вторичных (низковольтных) обмоток поверяемого и эталонного ИТН подключаются к входу "U_N" Прибора (для удобства подключения Прибор имеет 2 соединителя U_N). Нагрузочное устройство, задающее нагрузку поверяемого ИТН, подключается к вторичной обмотке поверяемого ИТН отдельными проводами.

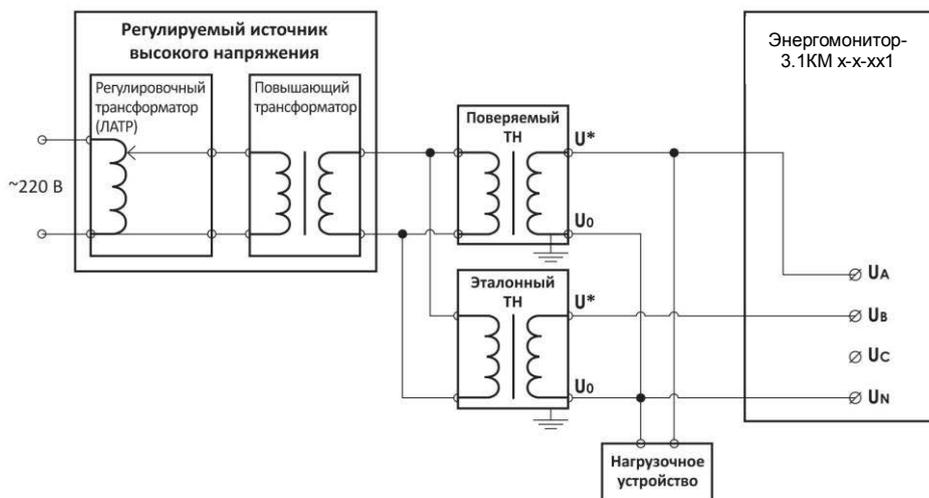


Рисунок 4.6.1 - Схема установки для поверки ИТН

4.6.2 Ввод параметров поверяемого ИТН

В окне входа в поверку ИТН (рисунок 4.6.2) отображаются параметры поверяемого ИТН, перемещение по пунктам осуществляется с помощью клавиш " \downarrow " и " \uparrow ".



Рисунок 4.6.2 - Окно параметров поверки трансформаторов напряжения

Перед началом поверки необходимо задать параметры поверяемого ТН.

В окне ввода параметров поверяемого ИТН (рисунок 4.6.3) задаются: тип поверяемого ИТН, заводской номер ИТН, год выпуска ИТН, класс точности, номинальное значение частоты (Гц), номинальное значение напряжения первичной обмотки (кВ), номинальное значение напряжения вторичной обмотки (В), номинальное значение полной мощности поверяемого ИТН (В·А), место установки и фаза, к которой подключен поверяемый ИТН.

В этом окне возможно удаление ранее созданных архивов поверки ИТН.

При необходимости изменения пределов измерения Прибора, возможен быстрый переход по клавише "F" в меню установки пределов измерения Прибора.

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

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

В окне "Тип ТН" можно выбрать один из десяти типов ИТН (рисунок 4.6.3), которые имеются в библиотеке, либо ввести имя нового типа.

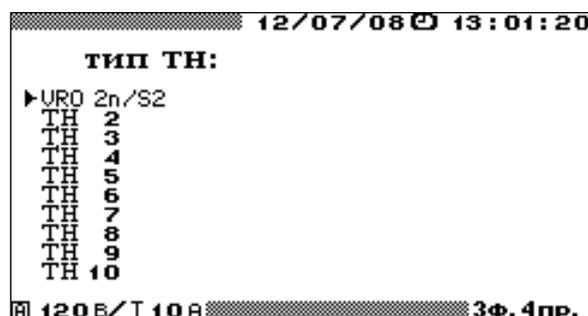


Рисунок 4.6.3 - Окно выбора типа поверяемого ИТН

Процедура ввода имени нового типа аналогична процедуре ввода имени объекта, приведенной в п. 4.4.1 настоящего РЭ. Для выбора одного из типов ИТН из библиотеки необходимо подвести курсор к данному типу и дважды нажать клавишу "ENT" - при этом загрузятся все параметры, соответствующие данному типу.

При изменении (корректировке) значений параметров, соответствующих данному типу ИТН, все изменения сохраняются в библиотеке под данным именем. Любой из десяти типов ИТН, хранящихся в библиотеке, может быть создан как непосредственно в Приборе, так и загружен с ПК.

Для изменения любого из параметров, соответствующих выбранному типу ИТН (рисунок 4.6.2), необходимо подвести курсор к соответствующему параметру и нажать клавишу "ENT".

В открывшемся окне с помощью цифровой клавиатуры и клавиш " \leftarrow " и " \rightarrow " ввести нужные значения. Для ввода нового значения необходимо нажать клавишу "ENT", а для отказа от ввода набранного значения необходимо нажать клавишу "ESC".

Внимание! Перед началом поверки обязательно необходимо установить значение номинального напряжения вторичных обмоток эталонного и поверяемого ИТН. Для этого необходимо войти в режим "Выбор номинала" (рисунок 4.6.4) и выбрать требуемое значение.

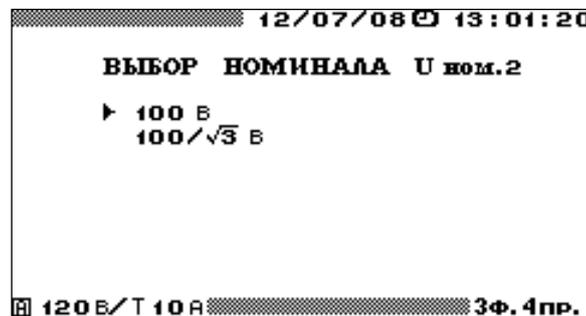


Рисунок 4.6.4 - Окно выбора номинального напряжения эталонного и поверяемого ИТН

В окне 'Место установки' можно выбрать один из десяти вариантов (рисунок 4.6.5), которые есть в библиотеке, либо ввести название нового места установки и фазы, к которой подключен поверяемый ИТН.

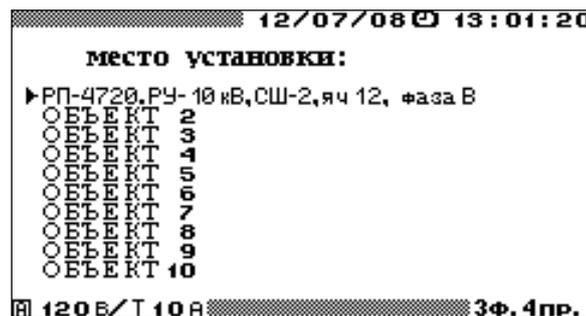


Рисунок 4.6.5 - Окно выбора места установки поверяемого ИТН

Процедура ввода название места установки и фазы, к которой подключен поверяемый ИТН, аналогична процедуре ввода имени объекта, приведенной в п. 4.4.1 настоящего РЭ.

Для выбора одного из вариантов в библиотеке необходимо подвести курсор к данному варианту и дважды нажать клавишу "ENT". При изменении (корректировке) названия места установки и фазы подключения все изменения сохраняются в библиотеке. Любой из десяти вариантов, хранящихся в библиотеке, может быть создан как непосредственно в Приборе, так и загружен с ПК. Для возврата в главное меню необходимо нажать клавишу "ESC", для перехода к

следующему окну режима поверки ИТН (рисунок 4.6.6) - выбрать пункт "ВХОД В ПОВЕРКУ" и нажать клавишу "ENT".

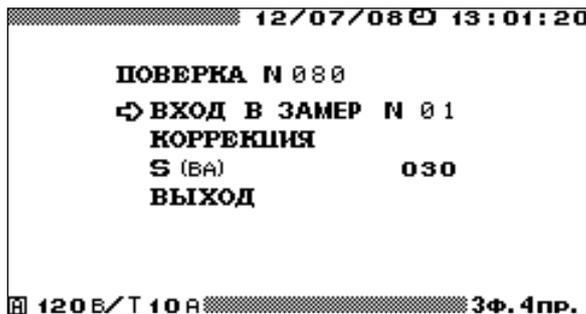


Рисунок 4.6.6 - Окно входа в режим поверки ИТН

Поверка ИТН проводится в два этапа:

первый этап - коррекция каналов измерения напряжения Прибора,
второй этап - поверка ИТН.

4.6.3 Коррекция каналов измерения напряжения Прибора

Коррекцию каналов измерения следует проводить не ранее чем через 0,5 часа после включения питания Прибора.

Для проведения коррекции необходимо включить Прибор в меню "ПОВЕРКА ТН" (рисунок 4.6.6) и войти в очередной замер. С помощью регулируемого высоковольтного источника напряжения установить требуемое значение напряжения на первичных обмотках поверяемого и эталонного ИТН, контролируя его величину по напряжению вторичной обмотки эталонного ИТН на дисплее Прибора (напряжение фазы В).

Установить Прибор в режим "КОРРЕКЦИЯ" (рисунок 4.6.7). При этом напряжение, снимаемое с эталонного ИТН, подается на измерительные каналы U_A и U_B Прибора, который произведет измерение разности коэффициентов передачи амплитуды сигнала двух каналов и фазовый сдвиг между каналами.



Рисунок 4.6.7 - Окно коррекции режима поверки ИТН

Выход из режима "КОРРЕКЦИЯ" происходит автоматически, а измеренные параметры сохраняются в памяти Прибора и в дальнейшем используются как поправки при проведении последующих измерений в режиме "ПОВЕРКА ТН".

При необходимости получения максимальной точности повторную коррекцию каналов измерения рекомендуется проводить после существенного (более чем на 5 °С) изменения температуры воздуха и после изменения диапазона измерения напряжения.

4.6.4 Поверка ИТН

До начала поверки с помощью нагрузочного устройства необходимо установить нужную для проведения текущего замера нагрузку поверяемого ИТН (S, В·А). Для изменения значения данного параметра, необходимо в меню "ПОВЕРКА ТН" (рисунок 4.6.6) подвести указатель к данному параметру и нажать клавишу "ENT", после чего произойдет переход в окно, где возможно редактирование его значения.

Для проведения поверки ИТН необходимо в меню "ПОВЕРКА ТН" (рисунок 4.6.6) войти в режим очередного замера "ВХОД В ЗАМЕР № ". При переходе непосредственно к режиму поверки открывается окно поверки (рисунок 4.6.8).

| 12/07/08 13:01:20 | | | |
|-----------------------------------------------------------|----------|-----------------------------------|-----------|
| заданные и измеренные значения | | | |
| ⇒ S= | 7.5 ВА | U _н | 100.000 В |
| S _н | 30.0 ВА | U _{А(в)} | 60.020 В |
| S/S _н | 25.0 % | U _{В(в)} | 61.013 В |
| | | U _{В(в)} /U _н | 61.01 % |
| ПОГРЕШНОСТЬ | | | |
| | | ГРУБО | ТОЧНО |
| (U _{А(в)} -U _{В(в)})/U _{В(в)} | -0.173 % | | -0.067 % |
| U _{А(в)} ^U _{В(в)} | 0.030 ° | | 1.179 ° |
| ⇒ ЗАПУСК ЗАМЕРА | № 1 | | |
| 120 В/Т 10 А | | 3Ф.4пр. | |

Рисунок 4.6.8. Окно результатов поверки ИТН

В данном окне отображаются заданные и измеренные значения:

- значение полной мощности нагрузки поверяемого ИТН (В·А), установленное для проведения текущего замера;
- заданное в окне параметров поверки номинальное значение полной мощности нагрузки поверяемого ИТН (В·А);
- значение полной мощности нагрузки поверяемого ИТН (в процентах от номинального значения);
- заданное в окне параметров поверки номинальное значение напряжения вторичной обмотки (В);

- $U_{A(1)}$ - действующее значение первой гармоники напряжения на вторичной обмотке поверяемого ИТН, В;
- $U_{B(1)}$ - действующее значение первой гармоники напряжения на вторичной обмотке эталонного ИТН, В;
- напряжение на вторичной обмотке эталонного ИТН (в процентах от номинального значения).

Для запуска замера необходимо подвести курсор к пункту "запуск замера" и нажать клавишу "ENT", после чего пункт "запуск замера" изменяется на "остановка замера".

При этом Прибор произведет измерение погрешностей поверяемого ИТН и перейдет в режим отображения результатов поверки (рисунок 4.6.8).

В окне результатов поверки отображаются точные (ТОЧНО) и оценочные (ГРУБО) значения:

- амплитудной погрешность Δf_U ИТН $\left[\frac{(U_{A(1)} - U_{B(1)})}{U_{B(1)}} \right] * 100, \%$;
- угловой погрешность $\Delta \delta_U$ ИТН $U_{A(1)} \wedge U_{B(1)}$, (ТОЧНО – в мин., ГРУБО – в градусах).

Точные значения амплитудной и угловой погрешностей, соответствуют действительности только в диапазоне $\pm 1^\circ$ по углу и $\pm 2\%$ по модулю. Если погрешности ИТН превышают эти значения, то вместо значений в колонке ТОЧНО (рисунок 4.6.8) отображаются символы *****. В этом случае значения погрешностей поверяемого ИТН следует смотреть в колонке ГРУБО.

После нажатия клавиши "ENT" на пункте "остановка замера" появляется пункт "запомнить замер № ". Подведя курсор к данному пункту, и нажав клавишу "ENT", можно занести данный замер в архив.

При проведении следующего замера можно изменить значение полной мощности нагрузки поверяемого ИТН, установленное для проведения текущего замера, и повторить действия, необходимые для проведения замера.

Для возврата в окно задания параметров поверяемого ИТН – нажать клавишу "ESC".

Информация о поверенных ИТН сохраняется в архиве в следующем формате:

- тип ИТН,
- заводской номер ИТН,
- год выпуска ИТН,
- класс точности,
- номинальное значение частоты (Гц),
- номинальное значение напряжения первичной обмотки (кВ),
- номинальное значение напряжения вторичной обмотки (В),
- номинальное значение полной мощности ИТН (ВА),
- место установки,
- фаза, к которой подключен поверяемый ИТН.

- дата и время поверки,
- до 10 записей замеров, проведенных по данному ТН:
 - значение полной мощности нагрузки поверяемого ТН ($B \cdot A$),
 - параметры испытательного сигнала (действующее значение первой гармоники напряжения на вторичных обмотках поверяемого и эталонного ИТТ $U_{A(1)}$, $U_{B(1)}$),
 - измеренные погрешности (амплитудная Δf_U и угловая $\Delta \delta_U$ погрешности ИТН).

Данная информация доступна для просмотра только на ПК, где может быть сформирован протокол поверки ИТН.

4.7 Поверка измерительных трансформаторов тока

4.7.1 Режим "Поверка ТТ"

Режим предназначен для проверки работоспособности измерительных трансформаторов тока (ИТТ), а также для их поверки по соответствующей утвержденной методике. При этом Прибор (только модификации "Энергомонитор-3.1КМ-Э х-х-Тх") работает в качестве "прибора сравнения".

Прибор с устройством поверки трансформаторов тока УПТТ позволяет проводить поверку ИТТ с значением тока вторичной обмотки 1 А и 5 А класса точности до 0,05. При этом в памяти Прибора формируется архив с результатами поверки до 200 ИТТ (до 10 точек поверки по каждому ИТТ). Архивная информация о поверенных ИТТ доступна в дальнейшем для просмотра на ПК после загрузки архива. На основании данной информации на ПК возможно автоматическое создание протоколов по результатам поверки ИТТ с помощью ПО «Поверка трансформаторов».

Режим поверки ИТТ активируется при выборе пункта "Поверка ТТ" главного меню, для возврата в главное меню необходимо нажать клавишу "ESC".

Поверка ИТТ проводится с помощью установки (рисунок 4.7.1), в которую входят:

- регулируемый источник тока,
- эталонный ИТТ,
- нагрузочное устройство,
- Прибор модификаций "Энергомонитор-3.1КМ-Э х-х-Тх" с устройством поверки трансформаторов тока УПТТ.

С помощью регулируемого источника тока задается ток через первичные обмотки поверяемого и эталонного ИТТ. Вторичные обмотки поверяемого и эталонного ИТТ подключены к соответствующим входным клеммам УПТТ. С помощью нагрузочного устройства, подключенного к соответствующим клеммам УПТТ, задается нагрузка поверяемого ИТТ. Коммутация токовых цепей выполняется в УПТТ без разрыва.

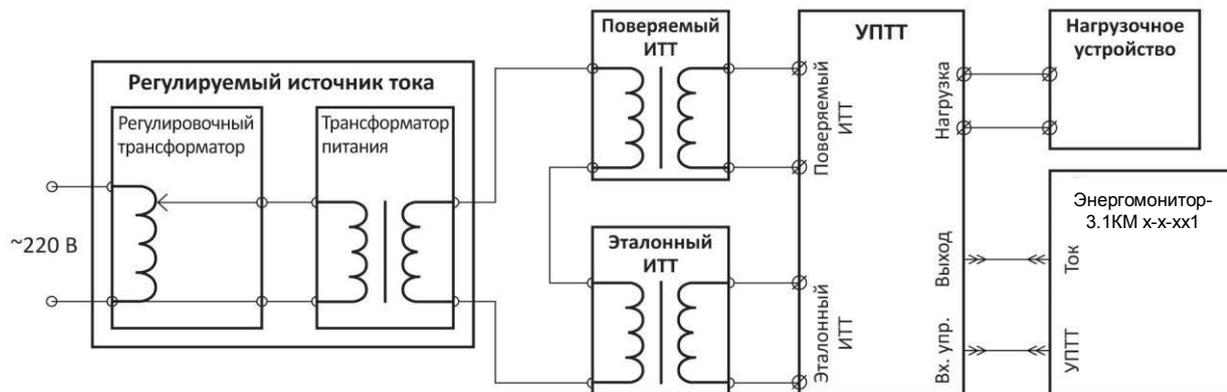


Рисунок 4.7.1 - Схема установки для поверки ИТТ

Прибор без УПТТ позволяет проводить поверку разделительных ИТТ с коэффициентом трансформации 1:1 и значением токов первичной и вторичной обмотки от 0,002 до 120 А.

4.7.2 Ввод параметров поверяемого ИТТ

Прибор с устройством поверки трансформаторов тока УПТТ в окне входа в поверку ТТ (рисунок 4.7.2) отображает параметры поверяемого ИТТ, перемещение по пунктам осуществляется с помощью клавиш "↓" и "↑".

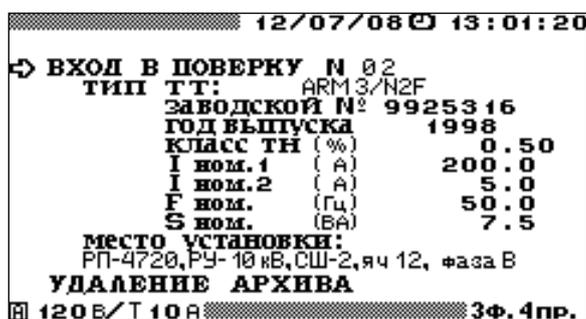
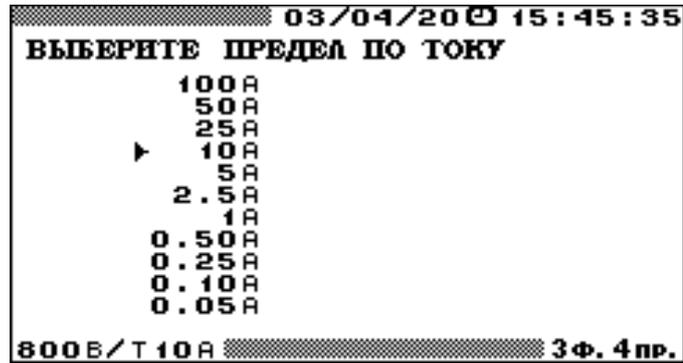


Рисунок 4.7.2 - Окно параметров поверки ИТТ

Перед началом поверки необходимо задать параметры поверяемого ИТТ.

В окне ввода параметров поверяемого ИТТ (рисунок 4.7.2) задаются: тип поверяемого ИТТ, заводской номер ИТТ, год выпуска ИТТ, класс точности, номинальное значение частоты (Гц), номинальное значение тока первичной обмотки (А), номинальное значение тока вторичной обмотки (А), номинальное значение полной мощности поверяемого ИТТ (В·А), место установки и фаза, к которой подключен поверяемый ИТТ.

При работе без УПТТ и эталонного ТТ в окне ввода параметров поверяемого разделительного ИТТ (рисунок 4.7.2а) не задаётся номинальный ток разделительного ИТТ. Он определяется выбранным заранее пределом измерения тока (по клавише "F").



ВНИМАНИЕ ! Коммутация цепей тока производится только при отключении подачи тока от источника.



Рисунок 4.7.2а - Окно параметров поверки разделительного ИТТ

В этом окне возможно удаление ранее созданных архивов поверки ИТТ.

При необходимости изменения пределов измерения Прибора, возможен быстрый переход по клавише "F" в меню установки пределов измерения Прибора. В результате из окна параметров поверки выполняется переход в окно установки пределов, подходящих для работы с УПТТ в зависимости от номинальных токов ИТТ и эталонного ТТ.

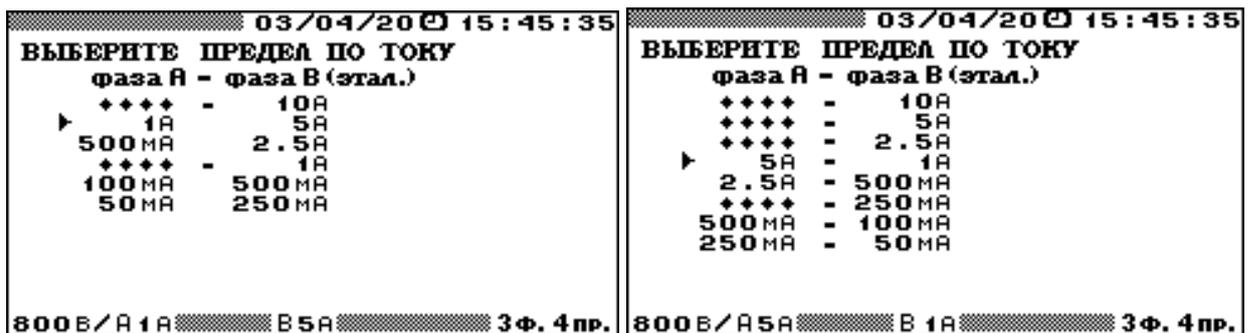


Рисунок 4.7.2б - Окно выбора пределов измерения Прибора для работы с УПТТ

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

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

В окне "Тип ТТ" можно выбрать один из десяти типов ИТТ (рисунок 4.7.3), которые есть в библиотеке, либо ввести имя нового типа.

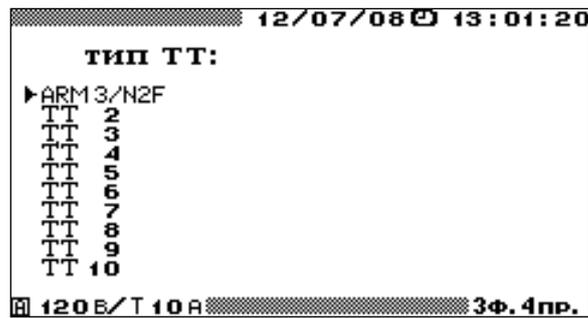


Рисунок 4.7.3 - Окно выбора типа поверяемого ИТТ

Процедура ввода имени нового типа аналогична процедуре ввода имени объекта, приведенной в п. 4.4.1 настоящего РЭ. Для выбора одного из типов ИТТ из библиотеки необходимо подвести курсор к данному типу и дважды нажать клавишу "ENT", при этом также загрузятся все параметры, соответствующие данному типу.

При изменении (корректировке) значений параметров, соответствующих данному типу ИТТ, все изменения сохраняются в библиотеке под данным именем. Любой из десяти типов ИТТ, хранящихся в библиотеке, может быть создан как непосредственно в Приборе, так и загружен с ПК.

Для изменения любого из параметров, соответствующих выбранному типу ИТТ (рисунок 4.7.2), необходимо подвести курсор к соответствующему параметру и нажать клавишу "ENT".

В открывшемся окне с помощью цифровой клавиатуры и клавиш "<=>", ">=>" ввести нужные значения.

Для ввода нового значения необходимо нажать клавишу "ENT", а для отказа от ввода набранного значения необходимо нажать клавишу "ESC".

Внимание! Перед началом поверки с УПТТ обязательно необходимо установить значение номинального тока вторичных обмоток 1 или 5 А эталонного и поверяемого ИТТ. Для этого необходимо войти в режим "Выбор номинала" (рисунок 4.7.4) и выбрать требуемое значение.

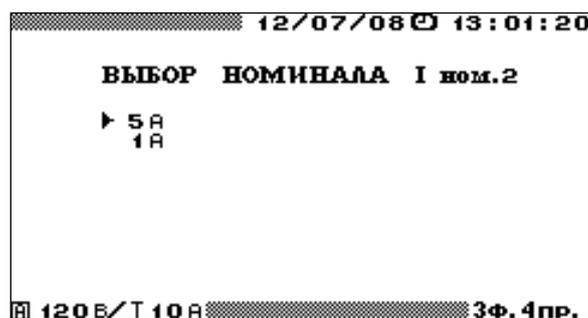


Рисунок 4.7.4 - Окно выбора номинального вторичного тока эталонного и поверяемого ИТТ

Перед началом поверки без УПТТ и эталонного ТТ обязательно необходимо установить значение номинального тока по клавише "F".



Рисунок 4.7.4а - Окно выбора пределов измерения по току Прибора

В окне `Место установки` можно выбрать один из десяти вариантов (рисунок 4.7.5), которые есть в библиотеке, либо ввести название нового места установки и фазы, к которой подключен поверяемый ИТТ.

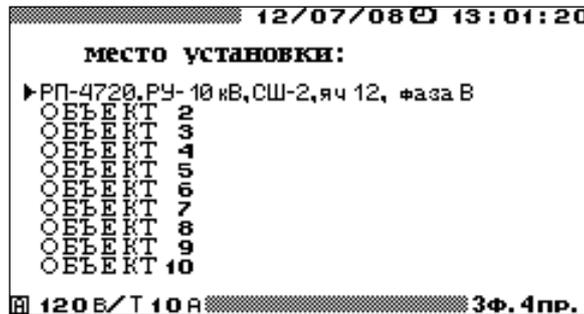


Рисунок 4.7.5 - Окно выбора места установки поверяемого ИТТ

Процедура ввода названия места установки и фазы, к которой подключен поверяемый ИТТ, аналогична процедуре ввода имени объекта, приведенной в п. 4.4.1 настоящего РЭ. Для выбора одного из вариантов в библиотеке необходимо подвести курсор к данному варианту и дважды нажать клавишу "ENT".

При изменении (корректировке) названия места установки и фазы подключения все изменения сохраняются в библиотеке. Любой из десяти вариантов, хранящихся в библиотеке, может быть создан как непосредственно в Приборе, так и загружен с ПК. Для возврата в главное меню необходимо нажать клавишу "ESC", для перехода к следующему окну режима поверки ИТТ (рисунок 4.7.6) - выбрать пункт "ВХОД В ПОВЕРКУ" и нажать клавишу "ENT".

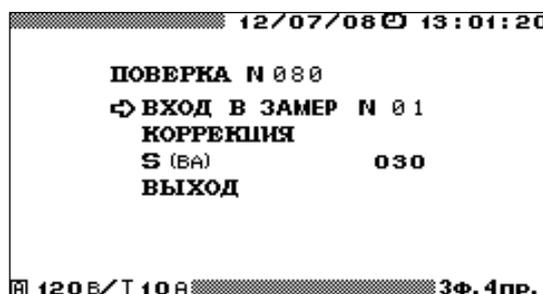


Рисунок 4.7.6 - Окно входа в режим поверки ИТТ

Поверка ИТТ проводится в два этапа:

первый этап - коррекция каналов измерения тока Прибора и УПТТ,

второй этап - поверка ИТТ.

4.7.3 Коррекция каналов измерения тока Прибора

Коррекцию каналов измерения следует проводить не ранее чем через 0,5 часа после включения питания Прибора.

Для проведения коррекции необходимо включить Прибор в меню "ПОВЕРКА ТТ" (рисунок 4.7.6) и войти в очередной замер (выбор режима работы и диапазонов преобразования УПТТ по каждому из двух каналов производится Прибором).

Без УПТТ и эталонного ТТ последовательно соединить цепь: Источник тока - вход тока фазы А прибора – выход А прибора – вход В прибора – выход В прибора – источник тока (см. рисунок 4.7.6а).

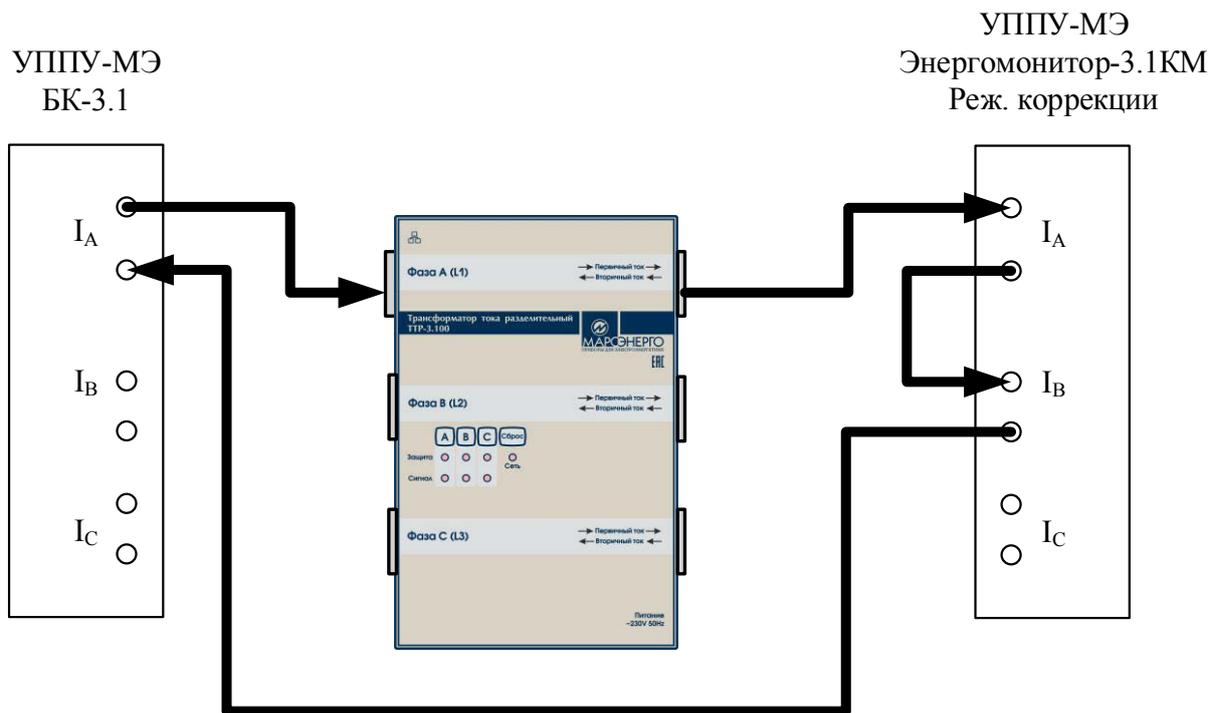


Рисунок 4.7.6а – Схема подключения разделительного ТТ в режиме коррекции измерительных каналов прибора

С помощью регулируемого источника тока установить требуемое значение тока в первичных обмотках ИТТ, контролируя его величину по величине тока во вторичных обмотках поверяемого и эталонного ИТТ на дисплее Прибора. Значение тока вторичной обмотки поверяемого ИТТ будет индицироваться как ток фазы А, а эталонного - как ток фазы В.

Примечание. Все переключения в УПТТ происходят без разрыва токовых цепей вторичных обмоток поверяемого и эталонного ИТТ.

Установить Прибор в режим "КОРРЕКЦИЯ" (рисунок 4.7.7). При этом ток вторичной обмотки эталонного ИТТ (или первичный ток разделительного ИТТ) подается одновременно на оба измерительных канала. Прибор произведет измерение разности коэффициентов передачи амплитуды сигнала двух каналов и фазовый сдвиг между каналами.

Выход из режима 'КОРРЕКЦИЯ' происходит автоматически, а измеренные параметры сохраняются в памяти Прибора и в дальнейшем используются как поправки при проведении последующих измерений в режиме "ПОВЕРКА ТТ".



Рисунок 4.7.7 - Окно коррекции режима поверки ИТТ

При необходимости получения максимальной точности повторную коррекцию каналов измерения рекомендуется проводить после существенного (более чем на 5 °С) изменения температуры воздуха и после изменения диапазона измерения тока.

4.7.4 Поверка ИТТ

До начала поверки с помощью нагрузочного устройства необходимо установить нужную для проведения текущего замера нагрузку поверяемого ИТТ (S, В·А). Для изменения значения данного параметра, необходимо в меню "ПОВЕРКА ТТ" (рисунок 4.7.6) подвести указатель к данному параметру и нажать клавишу "ENT", после чего произойдет переход в окно, где возможно редактирование его значения.

Без УПТТ и эталонного ТТ после коррекции, не меняя предела по току, понизить ток до нуля, подключить вторичную обмотку разделительного ТТ к входу ток фазы «А», а первичную – к входу ток фазы «В» (см. рисунок 4.7.7а).

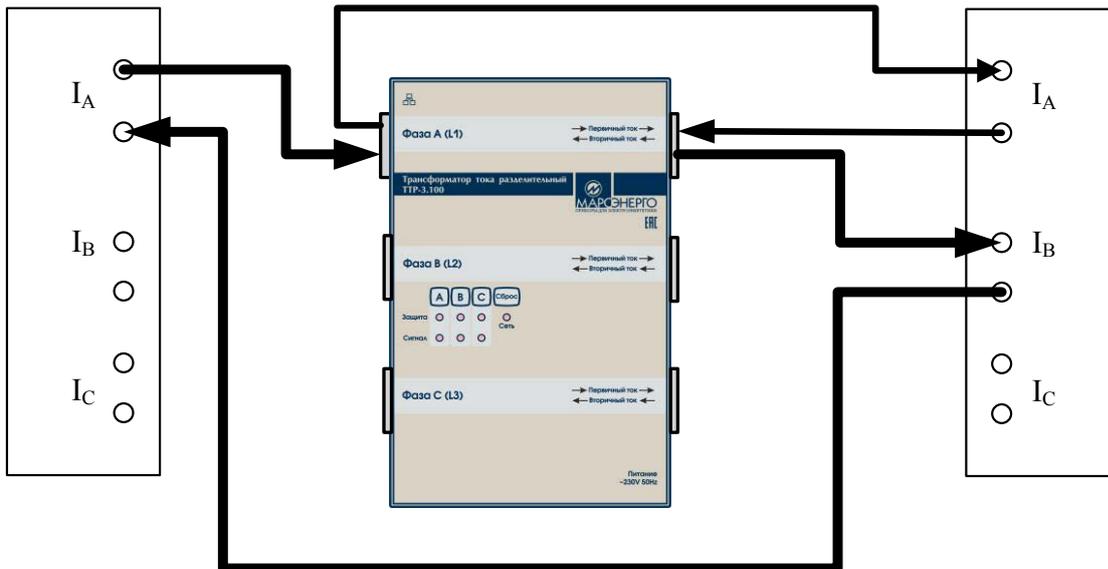
УППУ-МЭ
БК-3.1УППУ-МЭ
Энергомонитор-3.1КМ

Рисунок 4.7.7а – Схема подключения разделительного ТТ в режиме поверки ТТ

Для проведения поверки ИТТ необходимо в меню "ПОВЕРКА ТТ" (рисунок 4.7.6) войти в режим очередного замера "ВХОД В ЗАМЕР № ". При переходе непосредственно к режиму поверки открывается окно поверки (рисунок 4.7.8).

| 12/07/08 13:01:20 | | | |
|---------------------------------------------------------|----------|----------------------------------|----------|
| заданные и измеренные значения | | | |
| S: | 7.5 ВА | I _н | 5.000 А |
| S _н | 30.0 ВА | I _{A(1)} | 5.000 А |
| S/S _н | 25.0 % | I _{B(1)} | 5.001 А |
| | | I _{B(1)}/I_н} | 100.02 % |
| ПОГРЕШНОСТЬ | | | |
| | | ГРУБО | ТОЧНО |
| (I _{A(1)} -I _{B(1)}/I_{B(1)}} | -0.173 % | | -0.067 % |
| I _{A(1)}/I_{B(1)}} | 0.030 ° | | 1.179 ° |
| → ЗАПУСК ЗАМЕРА | N 0 1 | | |
| 120 В/Т 10 А | | 3Ф. 4пр. | |

Рисунок 4.7.8 - Окно результатов поверки ИТТ

В данном окне отображаются заданные и измеренные значения:

- значение полной мощности нагрузки поверяемого ИТТ (В·А), установленной для проведения текущего замера;
- заданное в окне параметров поверки номинальное значение полной мощности нагрузки поверяемого ИТТ (В·А);
- значение полной мощности нагрузки поверяемого ИТТ в процентах от номинального значения;
- заданное в окне параметров поверки номинальное значение тока вторичной обмотки (А);
- действующее значение первой гармоники тока во вторичной обмотке поверяемого ИТТ I_{A(1)} (А) (или вторичной обмотки разделительного ИТТ);

▪ действующее значение первой гармоники тока во вторичной обмотке эталонного ИТТ $I_{B(1)}$ (А) (или первичной обмотки разделительного ИТТ);

▪ ток во вторичной обмотке эталонного ИТТ в процентах от номинального значения.

С помощью источника тока выставить по показаниям прибора значение тока в соответствии с методикой поверки ИТТ.

Для запуска замера необходимо подвести курсор к пункту "запуск замера" и нажать клавишу "ENT", после чего пункт "запуск замера" заменяется на "остановка замера".

При этом Прибор произведет измерение погрешностей поверяемого ИТТ и перейдет в режим отображения результатов поверки (рисунок 4.7.8).

В окне результатов поверки отображаются точные (ТОЧНО) и оценочные (ГРУБО) значения:

▪ амплитудной погрешность δ_{fi} ИТТ: $\left[\frac{(I_{A(1)} - I_{B(1)})}{I_{B(1)}} \right] * 100, \%$

▪ угловой погрешность $\Delta\delta_i$ ИТТ: $I_{A(1)} \wedge I_{B(1)}$, (ТОЧНО – в мин., ГРУБО – в градусах).

Точные значения амплитудной и угловой погрешностей измеряются только в диапазоне $\pm 1^\circ$ по углу и $\pm 2\%$ по модулю. Если погрешности ИТТ превышают эти значения, то вместо значений в колонке ТОЧНО (рисунок 4.7.8) отображаются символы *****. В этом случае значения погрешностей поверяемого ИТТ следует смотреть в колонке ГРУБО.

После нажатия клавиши "ENT" пункт "остановка замера" заменяется на "запомнить замер №".

Подведя курсор к данному пункту, и нажав клавишу "ENT", можно занести данный замер в архив.

При проведении следующего замера можно изменить значение полной мощности нагрузки поверяемого ИТТ, установленное для проведения текущего замера, и повторить действия, необходимые для проведения замера.

Для возврата в окно задания параметров поверяемого ИТТ – нажать клавишу "ESC".

Информация о поверенных ТТ сохраняется в архиве в следующем формате:

- тип ТТ,
- заводской номер ТТ,
- год выпуска ТТ,
- класс точности,
- номинальное значение частоты (Гц),
- номинальное значение тока первичной обмотки (А),
- номинальное значение тока вторичной обмотки (А),
- номинальное значение полной мощности поверяемого ТН (ВА),
- место установки,

- фаза, к которой подключен поверяемый ТТ.
- дата и время поверки,
- до 10 записей замеров, проведенных по данному ТТ:
 - значение полной мощности нагрузки поверяемого ТТ (ВА),
 - параметры испытательного сигнала (действующее значение первой гармоники тока на вторичных обмотках поверяемого ИТТ $I_{A(1)}$ и эталонного ИТТ $I_{B(1)}$ (А);
 - измеренные погрешности (амплитудная δ_{fi} и угловая $\Delta\delta_i$ погрешности поверяемого ИТТ).

Данная информация доступна для просмотра только на ПК, где может быть сформирован протокол поверки ИТТ.

4.9 Обмен с ПК

4.9.1 Для связи Прибора с ПК используются последовательные интерфейсы:

- USB (рекомендуется),
- RS-232.

Выбор интерфейса осуществляется с помощью пункта "Обмен с ПК" главного меню, при этом на дисплее отображается:



Выбор интерфейса подтверждается нажатием клавиши "ENT".

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

4.9.2 Для осуществления связи между Прибором и ПК по интерфейсу USB необходимо подключить Прибор к ПК с помощью кабеля USB (USB A вилка - USB B вилка), входящего в комплект поставки.

4.9.3 Для осуществления связи между Прибором и ПК по интерфейсу RS-232 необходимо подключить Прибор к ПК с применением нуль-модемного кабеля и выбрать скорость обмена с ПК в соответствии с указаниями п. 4.2.4 настоящего РЭ.

4.9.4 На ПК должно быть установлено входящее в комплект поставки Прибора программное обеспечение, обеспечивающее обмен с Прибором и обработку принятых от него данных.

4.10 Дополнительные настройки

Количество пунктов меню, доступных при работе в режиме "ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ НАСТРОЙКИ" определяется паролем, введенным при включении Прибора.

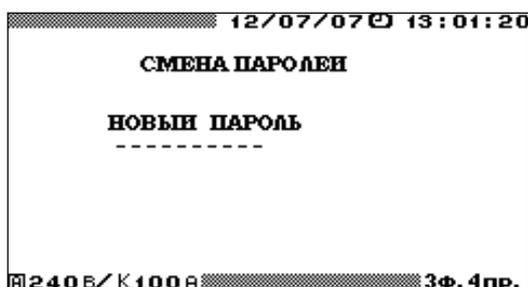
При использовании пароля первого уровня доступны четыре пункта:

→ СМЕНА ПАРОЛЕЙ
ЯЗЫК
О ПРИБОРЕ
РЕСТАРТ

При использовании пароля второго уровня доступны шесть пунктов:

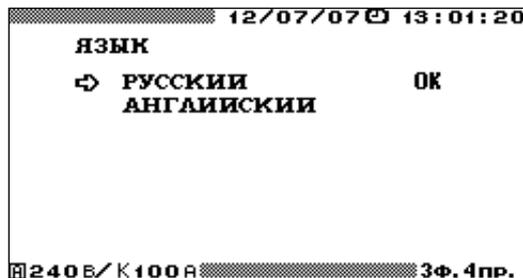
→ СМЕНА ПАРОЛЕЙ
ЯЗЫК
О ПРИБОРЕ
РЕСТАРТ
ЧАСЫ
ПАМЯТЬ

4.10.1 В режиме "СМЕНА ПАРОЛЕЙ" возможно изменение пароля того уровня который был введен при включении прибора. 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".



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 - нажать клавишу "ESC".

4.10.2 В режиме "ЯЗЫК" предоставляется возможность установить язык отображения информации на графическом дисплее Прибора. Выбор нужного языка осуществляется с помощью клавиш ↓, ↑ и "ENT". Напротив выбранного значения появляется сообщение "OK" и происходит смена языка отображения информации на графическом дисплее.



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

4.10.3 Окно "О ПРИБОРЕ" используется при поверке и обеспечивает возможность произвести идентификацию Прибора и ВПО Прибора.

На дисплее индицируются следующие данные:

Условное обозначение модификации Прибора (см. 2.2 настоящего РЭ),

ВПО **EM3.1K**

Версия **2.01** (номер версии ВПО),

КС МЗ ВПО **290A** (контрольная сумма метрологически значимой части ВПО),

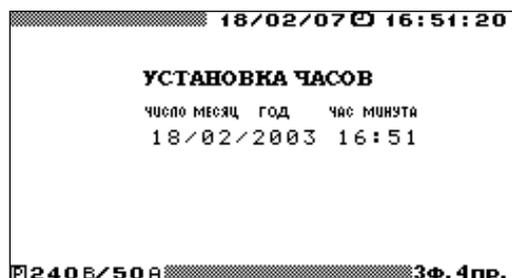
КС ВПО **xxxx** (контрольная сумма ВПО),

xxx.xxx.xxx (идентификационный номер Прибора).

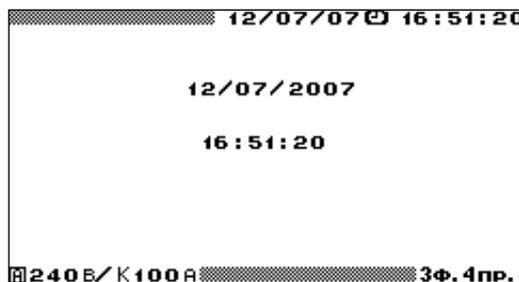
4.10.4 Режим "РЕСТАРТ" используется для сброса ВПО Прибора в состояние, соответствующее состоянию после включения питания. Это необходимо, например, для ввода пароля более высокого уровня без выключения питания Прибора

4.10.5 В режиме "ЧАСЫ" доступны два пункта меню: "УСТАНОВКА ЧАСОВ" и "ПОВЕРКА ЧАСОВ".

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

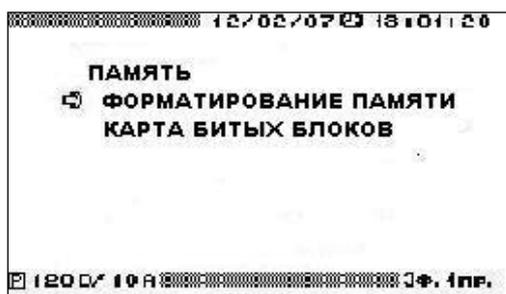


Режим "ПОВЕРКА ЧАСОВ" используется при поверке Прибора. В этом режиме на дисплее отображаются текущие значения даты и времени (рисунок 4.10.3), а на частотный выход Прибора выдаются импульсы с периодом одна секунда.



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

4.10.6 В режиме "ПАМЯТЬ" доступны два пункта меню:



Режим "ФОРМАТИРОВАНИЕ ПАМЯТИ" используется для стирания из энергонезависимой памяти всех накопленных архивов.

Режим "КАРТА БИТЫХ БЛОКОВ" используется для диагностики энергонезависимой памяти. Полученная при этом информация используется центральным процессором Прибора для исключения использования неисправных ячеек памяти.

5 Техническое обслуживание

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

5.2 При проведении технического обслуживания необходимо соблюдать меры безопасности, приведенные в настоящем РЭ.

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

5.4 Перечень возможных неисправностей и способы их устранения.

| Неисправность | Способ устранения |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 Не включается питание Прибора | Заменить предохранитель. |
| 2 Отсутствует связь между Прибором и ПК | Проверить настройки СОМ-порта в Приборе и ПК. Проверить нуль-модемный кабель в соответствии со схемой, приведенной в приложении А. |

6 Хранение

6.1 Условия хранения Прибора соответствуют условиям хранения 3 ГОСТ 15150-69.

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

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

