

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор
ФГУП «ВНИИМ
им. Д.И. Менделеева»

А.Н. Пронин

2023 г.



Заместитель генерального директора

В. Чекирда

Доверенность № 91/2022

от 08.12.2022

Государственная система единства измерений

**Приборы
для измерения показателей качества электрической энергии
и электроэнергетических величин
«Энерготестер ПКЭ-А»**

Методика поверки

МС2.725.003-01/1 МП

г. Санкт-Петербург
2023 Г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок Приборов для измерения показателей качества электрической энергии и электроэнергетических величин «Энерготестер ПКЭ-А» (далее по тексту – Приборов).

Данная методика поверки распространяется на вновь выпускаемые средства измерений и находящиеся в эксплуатации следующих модификаций: «Энерготестер ПКЭ-А-А3-100/1000К05»; «Энерготестер ПКЭ-А-S2»; «Энерготестер ПКЭ-А-І2-10К02–300/3000К20.

Методика поверки обеспечивает прослеживаемость поверяемых приборов к государственным первичным эталонам единиц величин:

- ГЭТ 153-2019 «Государственный первичный эталон единицы электрической мощности в диапазоне частот от 1 до 2500 Гц» согласно государственной поверочной схеме для средств измерений электроэнергетических величин в диапазоне частот от 1 до 2500 Гц, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23.07.2021 г. №1436, по Приложению А, Б, В, Г, Д, Е;

- ГЭТ 88-2014 «Государственный первичный специальный эталон единицы электрического тока в диапазоне частот 20 - $1 \cdot 10^6$ Гц» согласно государственной поверочной схеме для средств измерений силы переменного электрического тока от $1 \cdot 10^{-8}$ до 100 А в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^6$ Гц, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17.03.2022 г. №668;

- ГЭТ 89-2008 «Государственный первичный специальный эталон единицы электрического напряжения (вольта) в диапазоне частот 10 - $3 \cdot 10^7$ Гц» согласно государственной поверочной схеме для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $2 \cdot 10^9$ Гц, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 августа 2023 г. №1706;

- ГЭТ 13-2001 «Государственный первичный эталон единицы электрического напряжения» согласно государственной поверочной схеме для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утвержденной приказом Росстандарта от 28 июля 2023 г. №1520.

Основной метод, обеспечивающий реализацию данной методики поверки – метод непосредственного сравнения результатов измерений поверяемого прибора со значениями, измеренными СИ, применяемые в качестве эталона.

Примечание.

1 При пользовании настоящей методикой поверки целесообразно проверить действие ссылочных документов по соответствующему указателю стандартов, составленному по состоянию на 1 января текущего года и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году.

Если ссылочный документ заменен (изменен), то при использовании настоящей методикой следует руководствоваться заменяющим (измененным) документом. Если ссылочный документ

отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

2 Допускается проводить периодическую поверку приборов в сокращенном объеме - для меньшего числа измеряемых прибором величин на основании письменного заявления владельца СИ, оформленного в произвольной форме.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	да	да	7
Подготовка к поверке и опробование	да	да	8
Проверка соответствия программного обеспечения	да	да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям	да	да	10
Оформление результатов поверки	да	да	11

При получении отрицательных результатов при проведении той или иной операции поверка прекращается.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки Прибора должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С 23 ± 5;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, мм рт. ст. (кПа) от 630 до 795 (от 84 до 106);
- частота питающей сети, Гц от 42 до 75 Гц
- напряжение питающей сети переменного тока 230 В±10 %

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица из числа сотрудников организаций, аккредитованных на право поверки в соответствии с действующим законодательством РФ, изучившие руководство по эксплуатации поверяемого устройства и применяемых средств поверки.

4.2 Поверитель должен пройти инструктаж по технике безопасности и иметь квалификационную группу по электробезопасности не ниже III.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки рекомендуется применять средства и вспомогательное оборудование, указанные в таблице 5.1.

Таблица 5.1

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.8	<p>Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне температур от +18 до +28 °С, с абсолютной погрешностью не более 1°С.</p> <p>Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 до 80 %, с погрешностью не более 4%;</p> <p>Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106 кПа, с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа.</p> <p>Средства измерений частоты питающей сети в диапазоне от 45 до 75 Гц, погрешность измерений ±0,01 Гц.</p> <p>Средства измерений напряжения питающей сети, диапазон напряжения от 60 до 415 В, погрешность измерений ±[0,1+0,01((U_н/U)-1)] %.</p>	<p>Приборы комбинированные Testo 608-N1 регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 53505-13.</p> <p>Барометр-анероид метеорологический БАММ-1 регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 5738-76.</p> <p>Прибор для измерения электроэнергетических величин и показателей качества электрической энергии «Энергомонитор 3.3Т1», регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 39952-08</p>

Продолжение таблицы 5.1

п.10	<p>Диапазон регулирования напряжения 1 –500 В, Диапазон регулирования тока 0.005–100 А. Пределы допускаемой основной погрешности измерения: силы тока - $\pm [0,01+0,005 (I_H/I) -1]$ % для I_H от 0,1 А до 100 А и $\pm [0,01+0,01 (I_H/I) -1]$ % для $I_H = 0,05$ А; напряжения - $\pm [0,01+0,005 (U_H/U) -1]$ %; активной мощности - $\pm [0,015+0,005 (P_H/P) -1]$ %</p>	<p>Установка поверочная универсальная УППУ-МЭ 3.1К регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 39138-08</p>
	<p>Диапазоны измерений: напряжения – от 3 до 960 В (U_H – 30, 60, 120, 240, 480 и 800 В); тока – от 10 мА до 120 А (I_H – 0,05; 0,1; 0,25; 0,5; 1; 2,5; 5; 10; 25; 50 и 100 А); частоты – от 40 до 70 Гц. Пределы допускаемой основной погрешности измерений: частоты - $\pm 0,001$ Гц; напряжения – $\pm [0,01+0,002(1,2U_H/U-1)]$ %; силы тока - $\pm [0,01+0,002(1,2I_H/I-1)]$ %</p>	<p>Приборы электроизмерительные эталонные многофункциональные "Энергомонитор-3.1КМ" регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 52854-13</p>
	<p>Пределы калиброванных напряжений 100 мВ; 1; 10; 100 В; 100-600 В; выше 600 В. Пределы погрешности относительно значений калиброванных напряжений: $\pm(0,04*U_k+10)$ мкВ; $\pm(20*U_k+10)$ мкВ; $\pm(10*U_k+40)$ мкВ; $\pm(30*U_k+500)$ мкВ; $\pm(0,03*U_k+5)$ мВ; $\pm(0,04*U_k+5)$ мВ</p>	<p>Калибратор программируемый ПЗ20, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 7493-79</p>
	<p>Диапазон измерений – от 0 до 20 ГОм. Пределы допускаемой основной погрешности - $\pm 2,5$ %.</p>	<p>Мегаомметр Ф4101 регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 4542-74</p>
	<p>С установленным ПО "Энегомониторинг" версии не ниже 5.0</p>	<p>Персональный компьютер Pentium 4, 2.4 ГГц, 1 Гб ОЗУ</p>
	<p>Двухканальный. Полоса частот – от 0 до 100 МГц, горизонтальная развертка – 5 нс/дел. - 50 с/дел.; погрешность $\pm(0,62$ нс ... 0,2 с)</p>	<p>Осциллограф АК ИП-4122/1 регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 53946-13</p>
	<p>Абсолютная погрешность синхронизации среза выходного импульса 1 Гц с Международной шкалой координированного времени UTC(SU)1 мс</p>	<p>Модуль коррекции времени МКВ-02Ц регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 44097-10</p>

5.2 Допускается применять другие средства поверки, обеспечивающие требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений. Соотношение пределов допускаемых относительных доверительных погрешностей эталона и пределов допускаемых погрешностей поверяемого средства измерений должно быть не менее 1/3.

5.3 Все средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь сведения (отметки в формулярах или паспортах) о поверке.

5.4 Работа с эталонами и средствами измерений должна производиться в соответствии с их эксплуатационной документацией.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При поверке Прибора должны быть соблюдены требования безопасности ГОСТ 12.3.019, ГОСТ 22261, действующих национальных правил эксплуатации электроустановок и правил охраны труда, а также меры безопасности, изложенные в Руководстве по эксплуатации Прибора и другого применяемого оборудования.

6.2 Перед поверкой средства измерений, которые подлежат заземлению, должны быть надежно заземлены. Подсоединение зажимов защитного заземления к контуру заземления должно производиться ранее других соединений, а отсоединение - после всех отсоединений.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре Прибора проверяется комплект поставки, маркировка, отсутствие механических повреждений.

7.2 Комплект поставки должен соответствовать эксплуатационной документации. Комплектность эксплуатационных документов должна соответствовать перечням, указанным в руководстве по эксплуатации.

7.3 Маркировка Прибора должна соответствовать эксплуатационной документации.

7.4 На корпусе Прибора методом шелкографии должны быть нанесены:

- краткое наименование Прибора (Энерготестер ПКЭ-А);
- изображение знака утверждения типа;
- товарный знак предприятия-изготовителя;
- вид и номинальное напряжение питания.

7.5 На маркировочной планке, прикрепленной к корпусу Прибора, должны быть нанесены:

- условное обозначение модификации и номер технических условий;
- наименование предприятия-изготовителя;
- заводской номер Прибора по системе нумерации предприятия-изготовителя (номер Прибора, указанного на маркировочной планке, должен соответствовать номеру, указанному в эксплуатационной документации);
- дата изготовления (месяц и год);

- символ усиленной изоляции по ГОСТ Р 51350;
- знак IP51.

7.6 На маркировочной планке, прикрепленной к корпусу блока питания Прибора, должны быть нанесены:

- краткое наименование Прибора (Энерготестер ПКЭ-А) и блока питания Прибора (БЛОК ПИТАНИЯ);
- заводской номер Прибора по системе нумерации предприятия-изготовителя;
- символ усиленной изоляции по ГОСТ Р 51350;
- условные обозначения соединителей (вид и номинальное напряжение питания);

7.7 Прибор не должен иметь механических повреждений, которые могут повлиять на его работу (повреждение корпуса, соединителей, кабелей, дисплея, клавиатуры, блока питания и других изделий в соответствии с комплектом поставки).

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие операции:

- выдержать Прибор в условиях окружающей среды, указанных в п.3, не менее 1ч, если он находился в климатических условиях, отличающихся от указанных в п.3;
- соединить зажимы заземления используемых средств поверки с контуром заземления;
- подключить Прибор и средства поверки к сети переменного тока 220 В или 230 В, 50 Гц, включить и дать им прогреться в течение времени, указанного в технической документации на них.

8.2 Проверка сопротивления изоляции

Проверка сопротивления изоляции проводится мегомметром Ф4101 с рабочим напряжением 1000 В между следующими цепями:

- 1) соединенными между собой контактами вилки кабеля блока питания с одной стороны и соединенными между собой приборными входами напряжения с другой стороны;
- 2) соединенными между собой приборными входами напряжения и корпусом Прибора (элементами крепления соединителей);

Отсчёт результата измерений следует производить не ранее, чем через 30 с после подачи испытательного напряжения.

Результаты испытаний считают удовлетворительными, если значение сопротивления изоляции будет не менее 20 МОм.

8.3 Опробование

При опробовании Прибора проверяется его функционирование в части установки времени и даты, сохранения установленных параметров и данных в памяти Прибора при отключении напряжения питания, обмена данными по последовательному интерфейсу.

Проверка функционирования Прибора проводится следующим образом:

- произведите подготовку Прибора к работе согласно руководству по эксплуатации;
- включите Прибор - через несколько секунд после включения питания должны завершиться процедуры самотестирования Прибора и инициализации, после чего на экране должен появиться запрос пароля;

- введите пароль (**При заводской поставке в Приборе запрограммированы пароль первого уровня — 0000000000 и пароль второго уровня — 2222222222. Так как пароли могут быть изменены эксплуатирующей организацией, при передаче в поверку они временно должны быть заменены на указанные выше**) и нажмите кнопку "ENT" - Прибор должен перейти в главное меню (на дисплее должны индицироваться главное меню, текущее время, номинальное напряжение, номинальный ток, номинальная частота, схема подключения и служебная информация в соответствии с руководством по эксплуатации);

- убедитесь в непрерывной работе внутренних часов (питание часов должно осуществляться от встроенной батареи - аккумулятора с временем непрерывной работы до 2-х лет) и возможности корректировки времени и даты;

- установите связь с ПК и проверьте интерфейсы связи;

- проверьте сохранность введенных в память Прибора времени и даты при исчезновении напряжения питания, выключением и повторным включением Прибора через 5 минут.

Результаты поверки считаются положительным, если Прибор функционирует согласно руководству по эксплуатации.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Подтверждение соответствия встроенного программного обеспечения (ПО) Прибора должно выполняться путем контроля идентификационных данных программного обеспечения:

- наименования метрологически значимой части ПО;
- версии метрологически значимой части ПО;
- контрольной суммы метрологически значимой части ПО.

Идентификационные данные метрологически незначимой части являются справочными и контролю не подлежат.

9.2 Идентификацию ПО производить следующим образом:

- произведите подготовку Прибора к работе согласно руководству по эксплуатации;
- включите Прибор - через несколько секунд после включения питания должны завершиться процедуры самотестирования Прибора и инициализации, после чего на экране должен появиться запрос пароля;

- введите пароль второго уровня и нажмите кнопку "ENT" - Прибор должен перейти в главное меню;

- перейдите в подменю "Настройки", выберите пункт "Версия ПО" и нажмите кнопку "ENT" – на дисплее должно индицироваться наименование ВПО (ИМЯ), номер версии ВПО (ВЕРСИЯ ВПО),

контрольная сумма метрологически значимой части ВПО (КС МЗ ВПО), а также контрольная сумма ВПО (включая метрологически незначимую часть) и идентификационный номер Прибора.

9.3 Результат поверки считают положительным, если отображаемые на дисплее Прибора наименование ВПО (**ИМЯ**), номер версии ПО (**ВЕРСИЯ ВПО**) и контрольная сумма метрологически значимой части ПО (**КС МЗ ВПО**) соответствуют приведенным на рисунке 1.

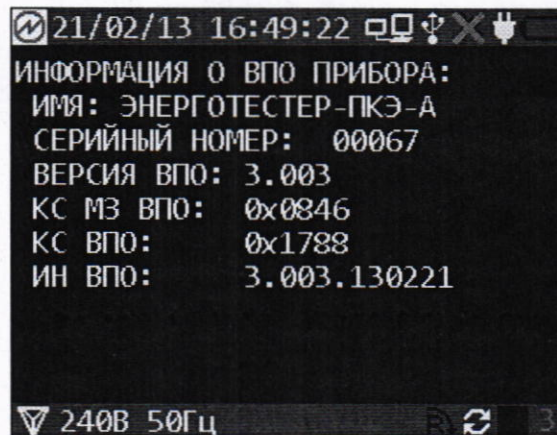


Рисунок 1 - Вид экрана Прибора с информацией о ВПО.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СИ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 При поверке проверяются метрологические характеристики Приборов, указанные в Приложении Г.

Для характеристик, у которых нормируются абсолютные погрешности ΔX , значения погрешности вычисляются по формуле:

$$\Delta x = X - X_0 \quad (1),$$

где X_0 - заданное значение характеристики;

X - измеренное значение характеристики.

Для характеристик, у которых нормируются относительные погрешности δX , значения погрешности вычисляются по формуле:

$$\delta x = [(X - X_0)/X_0] \cdot 100 \% \quad (2)$$

Для характеристик, у которых нормируются приведенные погрешности γX , значения погрешностей вычисляются по формуле:

$$\gamma x = [(X - X_0)/X_N] \cdot 100 \% \quad (3),$$

где X_N – нормирующее значение характеристики.

Допускается считывание измеренных значений и расчет погрешностей производить с помощью ПК с установленным прикладным программным обеспечением (программа "Энергоформа"), подключенном к Прибору и к установке УППУ-МЭ 3.1К по последовательным интерфейсам.

10.2 Определение погрешностей при измерении ПКЭ

10.2.1 Произведите определение основной погрешности измерений частоты сети и отклонения частоты сети, установившегося отклонения напряжения, отрицательного отклонения напряжения и положительного отклонения напряжения, суммарных коэффициентов гармонических составляющих напряжения и тока (коэффициентов искажения синусоидальности напряжений и токов), коэффициентов гармонических составляющих напряжения и тока порядка h , среднеквадратического значения напряжения гармонической подгруппы порядка h , среднеквадратического значения напряжения интергармонической подгруппы порядка h , коэффициента несимметрии напряжения по обратной последовательности, коэффициента несимметрии напряжения по нулевой последовательности для всех значений номинального напряжения U_N и номинального тока I_N при испытательных сигналах с параметрами, приведенными в таблице 10.2.1

Определение погрешности при измерении параметров тока проводить только для модификаций с первичными масштабными преобразователями тока.

Определение погрешности должно проводиться с помощью установки УППУ-МЭ 3.1К (далее по тексту – Установка) и прибора электроизмерительного эталонного многофункционального Энергомонитор-3.1КМ.

При подключении Приборов с токоизмерительными клещами, используются калиброванные рамки (Приложение Б) с числом витков n , при этом Приборы должны индцировать значения мощности и тока в n раз больше чем Энергомонитор-3.1К (Энергомонитор-3.1КМ).

Значения коэффициентов спектральных составляющих ($K_{U(n)}$, $K_{I(n)}$) и углов фазового сдвига между первой гармоникой и другими спектральными составляющими (φ_n , °) для сигналов типов 1, 1а, 2, 2а, 3, 3а, 4 и 4 а представлены в таблице 10.2.2.

Значения коэффициентов гармонических (n – целое число) и интергармонических (n – дробное число от 0,5 до 50,5 с дискретностью 1,0) составляющих ($K_{U(n)}$, $K_{I(n)}$) и углов фазового сдвига между первой гармоникой и другими спектральными составляющими (φ_n , °) для сигналов типов 5 и 6 представлены в таблице 10.2.3.

Таблица 10.2.1

Параметры испытательных сигналов		Номер испытательного сигнала					
		1	2	3	4	5	6
Среднеквадратическое значение первой гармоники фазных напряжений, % от U_N	фаза А	198.000	211.00	209.00	220.00	51.962	73.33
	фаза В	198.000	209.00	190.00	231.00	51.962	73.33
	фаза С	198.000	220.00	231.00	209.00	51.962	73.33
Углы между первыми гармониками фазных напряжений, градус	между U_B и U_A	-120.00	-118.00	-130.00	-150.000	-120.00	-120.00
	между U_C и U_A	120.00	121.00	115.00	110.00	120.00	120.00
Частота, Гц		55.000	48.994	49.793	50.188	55.000	52.500
Отклонение частоты, Гц		5.000	-1.006	-0.207	0.188	5.000	2.500

Таблица 10.2.1

Коэффициенты спектральных (гармонических или интергармонических) составляющих напряжения, % от U_1	фаза А	Тип 2	Тип 2а	Тип 4а	Тип 4	Тип 2	Тип 6*
	фаза В	Тип 4	Тип 3а	Тип 2а	Тип 4а	Тип 4	Тип 6*
	фаза С	Тип 4а	Тип 2	Тип 3а	Тип 2а	Тип 4а	Тип 6*
Среднеквадратическое значение первой гармоники токов, % от I_N	фаза А	50	25	10	40	10	25
	фаза В	60	30	25	15	12	10
	фаза С	60	15	40	20	12	25
Углы между первыми гармониками напряжения и тока одной фазы, градус	фаза А	30.00	90.00	-30.00	30.00	30.00	0.00
	фаза В	90.00	60.00	-90.00	90.00	90.00	0.00
	фаза С	60.00	30.00	-60.00	60.00	60.00	60.00
Коэффициенты спектральных (гармонических или интергармонических) составляющих тока, % от I_1	фаза А	Тип 2	Тип 1а	Тип 4	Тип 4а	Тип 2	Тип 6*
	фаза В	Тип 2	Тип 1а	Тип 4а	Тип 4	Тип 2	Тип 6*
	фаза С	Тип 4а	Тип 2	Тип 1а	Тип 2а	Тип 4а	Тип 6*
Примечания:							
1 U_N, I_N – номинальные напряжение и ток Прибора.							
2 * В случае если в исполнении Прибора не реализовано измерение интергармонических составляющих, сигнал "тип 6" заменяется на сигнал "тип 1".							

Таблица 10.2.2

n	тип 1		тип 1а		тип 2		тип 2а		тип 3		тип 3а		тип 4		тип 4а	
	$K_{U(n)}$ ($K_{I(n)}$), %	$\varphi_n, ^\circ$	$K_{U(n)}$ ($K_{I(n)}$), %	$\varphi_n, ^\circ$	$K_{U(n)}$ ($K_{I(n)}$), %	$\varphi_n, ^\circ$	$K_{U(n)}$ ($K_{I(n)}$), %	$\varphi_n, ^\circ$	$K_{U(n)}$ ($K_{I(n)}$), %	$\varphi_n, ^\circ$	$K_{U(n)}$ ($K_{I(n)}$), %	$\varphi_n, ^\circ$	$K_{U(n)}$ ($K_{I(n)}$), %	$\varphi_n, ^\circ$	$K_{U(n)}$ ($K_{I(n)}$), %	$\varphi_n, ^\circ$
2	0	0	0	0	1	-120	4	0	0	0	0	0	3	0	2	0
3	0	0	0	0	1	0	4	0	0	0	0	0	7,5	30	5	0
4	0	0	0	0	1	120	4	0	0	0	0	0	1,5	0	1	0
5	0	0	0	0	1	-120	4	0	0	0	0	0	9	60	6	0
6	0	0	0	0	1	0	4	0	0	0	0	0	0,75	0	0,5	0
7	0	0	0	0	1	120	4	0	0	0	0	0	7,5	90	5	0
8	0	0	0	0	1	-120	4	0	0	0	0	0	0,75	0	0,5	0
9	0	0	0	0	1	0	4	0	0	0	0	0	2,25	120	1,5	0
10	0	0	30	0	1	120	4	0	10	0	0	0	0,75	0	0,5	0
11	0	0	0	0	1	-120	4	0	0	0	0	0	5,25	150	3,5	0
12	0	0	0	0	1	0	4	0	0	0	0	0	0,3	0	0,2	0
13	0	0	0	0	1	120	4	0	0	0	0	0	4,5	180	3	0
14	0	0	0	0	1	-120	4	0	0	0	0	0	0,3	0	0,2	0
15	0	0	0	0	1	0	4	0	0	0	0	0	0,45	-150	0,3	0
16	0	0	0	0	1	120	4	0	0	0	0	0	0,3	0	0,2	0
17	0	0	0	0	1	-120	4	0	0	0	0	0	3	-120	2	0
18	0	0	0	0	1	0	4	0	0	0	0	0	0,3	0	0,2	0
19	0	0	0	0	1	120	4	0	0	0	0	0	2,25	-90	1,5	0
20	0	0	20	0	1	-120	4	0	20	0	20	0	0,3	0	0,2	0
21	0	0	0	0	1	0	4	0	0	0	0	0	0,3	-60	0,2	0
22	0	0	0	0	1	120	4	0	0	0	0	0	0,3	0	0,2	0
23	0	0	0	0	1	-120	4	0	0	0	0	0	2,25	-30	1,5	0
24	0	0	0	0	1	0	4	0	0	0	0	0	0,3	0	0,2	0
25	0	0	0	0	1	120	4	0	0	0	0	0	2,25	0	1,5	0
26	0	0	0	0	1	-120	4	0	0	0	0	0	0,3	0	0,2	0
27	0	0	0	0	1	0	4	0	0	0	0	0	0,3	30	0,2	0
28	0	0	0	0	1	120	4	0	0	0	0	0	0,3	0	0,2	0
29	0	0	0	0	1	-120	4	0	0	0	0	0	1,92	60	1,32	0
30	0	0	10	0	1	0	4	0	5	0	10	0	0,3	0	0,2	0
31	0	0	0	0	1	120	4	0	0	0	0	0	1,86	90	1,25	0
32	0	0	0	0	1	-120	4	0	0	0	0	0	0,3	0	0,2	0
33	0	0	0	0	1	0	4	0	0	0	0	0	0,3	120	0,2	0

Продолжение таблицы 10.2.2

34	0	0	0	0	1	120	4	0	0	0	0	0	0,3	0	0.2	0
35	0	0	0	0	1	-120	4	0	0	0	0	0	1,70	150	1.13	0
36	0	0	0	0	1	0	4	0	0	0	0	0	0,3	0	0.2	0
37	0	0	0	0	1	120	4	0	0	0	0	0	1,62	180	1.08	0
38	0	0	0	0	1	-120	4	0	0	0	0	0	0,3	0	0.2	0
39	0	0	0	0	1	0	4	0	0	0	0	0	0,3	-150	0.2	0
40	0	0	5	0	1	120	4	0	5	0	5	0	0,3	0	0.2	0

Примечание - $n = f_n/f_1$,где: f_n – частота спектральной составляющей, Гц, f_1 – частота основной (первой) гармоники, Гц

Таблица 10.2.3

n	тип 5		тип 6		n	тип 5		тип 6	
	$K_{U(n)}$ ($K_{I(n)}$), %	$\varphi_n, ^\circ$	$K_{U(n)}$ ($K_{I(n)}$), %	$\varphi_n, ^\circ$		$K_{U(n)}$ ($K_{I(n)}$), %	$\varphi_n, ^\circ$	$K_{U(n)}$ ($K_{I(n)}$), %	$\varphi_n, ^\circ$
0,5	1	-120	0	0	25,5	1	120	0	0
1	1	0	100	0	26	1	-120	0	0
1,5	1	0	0	0	26,5	1	-120	0	0
2	1	-120	0	0	27	1	0	0	0
2,5	1	-120	5	0	27,5	1	0	0	0
3	1	0	5	0	28	1	120	0	0
3,5	1	0	0	0	28,5	1	120	0	0
4	1	120	0	0	29	1	-120	0	0
4,5	1	120	0	0	29,5	1	-120	0	0
5	1	-120	0	0	30	1	0	0	0
5,5	1	-120	0	0	30,5	1	0	0	0
6	1	0	0	0	31	1	120	0	0
6,5	1	0	0	0	31,5	1	120	0	0
7	1	120	0	0	32	1	-120	0	0
7,5	1	120	0	0	32,5	1	-120	0	0
8	1	-120	0	0	33	1	0	0	0
8,5	1	-120	0	0	33,5	1	0	0	0
9	1	0	0	0	34	1	120	0	0
9,5	1	0	0	0	34,5	1	120	0	0
10	1	120	0	0	35	1	-120	0	0
10,5	1	120	0	0	35,5	1	-120	0	0
11	1	-120	0	0	36	1	0	0	0
11,5	1	-120	0	0	36,5	1	0	0	0
12	1	0	0	0	37	1	120	0	0
12,5	1	0	0	0	37,5	1	120	0	0
13	1	120	0	0	38	1	-120	0	0
13,5	1	120	0	0	38,5	1	-120	0	0