

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор

ФГУП «ВНИИМ

им. Д.И. Менделеева»

А.Н. Пронин



11 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Установки поверочные универсальные УППУ-МЭ21

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

НФЦР. 411722.007 МП

г. Санкт-Петербург
2024 г.

1 Общие положения

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодических поверок установок поверочных универсальных УППУ-МЭ21 (далее - Установка), изготавливаемых ООО «НПП Марс-Энерго», г. Санкт-Петербург.

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

Настоящая методика поверки применяется для поверки Установок, используемых в качестве рабочих эталонов в соответствии с государственными поверочными схемами в зависимости от модификации, как:

- эталон 1-го или 2-го разряда 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 №1436;

- эталон 2-го разряда 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 №668;

- эталон 2-го разряда 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 18.08.2023 №1706;

- эталон 2-го разряда согласно государственной поверочной схеме для средств измерений постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ – 100 А, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 1.10.2018 №2091;

- эталон 3-го разряда согласно государственной поверочной схеме для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28.07.2023 №1520.

Методика поверки обеспечивает прослеживаемость поверяемых установок (в зависимости от комплектации) 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 №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 №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 18.08.2023 №1706;

- ГЭТ 4-91 «Государственный первичный эталон единицы силы постоянного электрического тока» согласно государственной поверочной схеме для средств измерений постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ – 100 А, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 1.10.2018 №2091.

- ГЭТ 13-2023 «Государственный первичный эталон единицы электрического напряжения» согласно государственной поверочной схеме для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвигущей силы, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23 июля 2023 г. №1520.

В зависимости от модификации и комплектации поверка Установки осуществляется одним из следующих способов.

Способ 1 (Проверка Установки аккредитованными организациями на месте эксплуатации).

1.1 Проверка наличия сведений о положительных результатах поверки в ФГИС Аршин эталона из состава Установки: «Прибор электроизмерительный эталонный многофункциональный «Энергомонитор-3.1КМ» (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 52854-13); или «Прибор электроизмерительный многофункциональный «Энергомонитор-3.1КМ-Э» (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 86936-22); или «Прибор электроизмерительный многофункциональный "Энергомонитор-61850" (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 73445-18).

1.2 Определение метрологических характеристик Установки в целом, с применением в качестве основных средств поверки: «Прибор электроизмерительный эталонный многофункциональный «Энергомонитор-3.1КМ» (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 52854-13); или «Прибор электроизмерительный многофункциональный «Энергомонитор-3.1КМ-Э» (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 86936-22); или «Прибор электроизмерительный многофункциональный "Энергомонитор-61850" (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 73445-18) из состава Установки.

Способ 2 (Проверка с доставкой Установки в любую аккредитованную организацию).

2.1 Проверка эталона, входящего в состав Установки: «Прибор электроизмерительный эталонный многофункциональный «Энергомонитор-3.1КМ» (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 52854-13); или «Прибор электроизмерительный многофункциональный «Энергомонитор-3.1КМ-Э» (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 86936-22); или «Прибор электроизмерительный многофункциональный "Энергомонитор-61850" (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 73445-18).

2.2 Определение метрологических характеристик Установки в целом, с применением ранее поверенного эталона из состава Установки: «Прибор электроизмерительный эталонный многофункциональный «Энергомонитор-3.1КМ» (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 52854-13); или «Прибор электроизмерительный многофункциональный «Энергомонитор-3.1КМ-Э» (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 86936-22); или «Прибор электроизмерительный многофункциональный "Энергомонитор-61850" (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 73445-18).

(Примечание: при 2-ом способе этапы поверки могут быть разделены во времени, но с сохранением очередности и выполняться различными аккредитованными организациями).

Основной метод, обеспечивающий реализацию данной методики поверки, – метод непосредственного сравнения результатов измерений поверяемой Установки со значениями, воспроизводимыми эталонами.

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.

2 Если ссылочный документ заменен (изменен), то при использовании настоящей методики 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.

3 Допускается проводить периодическую поверку отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава средства измерений для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений, в т. ч. не для всей комплектации установки, на основании письменного заявления владельца СИ, оформленного в произвольной форме.

2 Перечень операций поверки

Для проведения поверки установки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Перечень операций поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела 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 программного обеспечения	да	да	9
Определение метрологических характеристик	да	да	10
Подтверждение соответствия установок метрологическим требованиям	да	да	11

3 Требования к условиям проведения поверки

Условия поверки должны удовлетворять требованиям ГОСТ 8.395-80, эксплуатационной документации на поверяемые СИ, правил содержания и применения эталонов, эксплуатационной документации СИ, применяемых в поверке.

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- | | |
|---------------------------------------|-----------------|
| - температура окружающего воздуха, °C | 23 ±5; |
| - относительная влажность воздуха, % | до 80; |
| - атмосферное давление, кПа | от 70 до 106,7. |

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица из числа сотрудников организаций, аккредитованных на право поверки в соответствии с действующим законодательством РФ, изучившие настоящую методику поверки, руководство по эксплуатации на поверяемое средство измерений и имеющие стаж работы по данному виду измерений не менее 1 года.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки используется оборудование, указанное в таблице 5.1, которое обеспечивает требуемую точность передачи единиц величин поверяемым СИ.

Таблица 5.1

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений).	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений температур с абсолютной погрешностью не более 1°C. Средства измерений относительной влажности воздуха с погрешностью не более 4 %. Средства измерений атмосферного давления с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа.	Приборы комбинированные Testo 608-H1 регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 53505-13. Барометры-анероиды метеорологические БАММ-1 регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 5738-76.
п.8.2 Проверка сопротивления изоляции	Измеритель сопротивления изоляции в диапазоне измерений сопротивления от 500 Ом до 20 ГОм, с относительной погрешностью не более 2,5 %.	Мегаомметры Ф4101 регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 4542-74.

10 Определение метрологических характеристик	<p>1 Требования к эталонам, применяемых для поверки Установки при первом способе поверки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - не ниже 1-го разряда для средств измерений электроэнергетических величин в диапазоне частот от 1 до 2500 Гц; - не ниже 2-го разряда 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; - не ниже 2-го разряда для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $2 \cdot 10^9$ Гц; - не ниже 2-го разряда для средств измерений постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ – 100 А; - не ниже 3-го разряда для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы - не ниже 2-го разряда 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; 	<p>Из состава Установки УППУ-МЭ21: Прибор электроизмерительный многофункциональный «Энергомонитор-3.1КМ», регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 52854-13</p> <p>или - Прибор электроизмерительный многофункциональный «Энергомонитор-3.1КМ-Э», регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 86936-22</p> <p>или - Прибор электроизмерительный многофункциональный "Энергомонитор-61850" регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 73445-18.</p> <p>Компьютер с ПО «Энергомониторинг электросетей» (EmWorkNet).</p> <p>Прибор электроизмерительный многофункциональный «Энергомонитор-3.1КМ-Э», (дополнительный «Энергомонитор-3.1КМ-Э» только для установок, оборудованных местами с ТНИ)</p> <p>Прибор для измерения показателей качества электрической энергии и электроэнергетических величин «Энерготестер ПКЭ-А» регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 53602-13.</p> <p>Осциллограф цифровой АКИП-4122/1, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 53946-13.</p>
--	---	--

<p>2 Требования к эталонам, применяемых для поверки Установки при втором способе поверки.</p> <p>Диапазоны измерений мощности от $3,5 \cdot 10^{-6}$ до $23 \cdot 10^{-6}$ (при частоте от 1 до 400 Гц), $8,9 \cdot 10^{-6}$ до $7,6 \cdot 10^{-6}$ (при частоте от 400 до 2500 Гц и силе тока менее 10 А), Напряжение основной гармоники от $1,9 \cdot 10^{-6}$ до $10 \cdot 10^{-6}$, сила тока основной гармоники $1,9 \cdot 10^{-6}$ до $10 \cdot 10^{-6}$, угол сдвига фаз между напряжением и током от $2,5 \cdot 10^{-4}$ до $10 \cdot 10^{-4}$, суммарный коэффициент гармоник от $0,3 \cdot 10^{-4}$ до $0,4 \cdot 10^{-4}$ %.</p> <p>Диапазоны измерений по напряжению от 1 до 600 В, по току от $1 \cdot 10^{-2}$ до 10 А; коэффициент мощности $-1 \dots 0 \dots +1$; НСП воспроизведения мощности $(2 \dots 4) \cdot 10^{-5}$; СКО воспроизведения единицы мощности $(0,5 \dots 1) \cdot 10^{-5}$.</p> <p>Диапазон измерений и воспроизведения напряжения постоянного тока от 0 до 1000 В, сила постоянного тока от 0 до 10 А, (пределы основной погрешности по напряжению: $\pm 0,001$ %, по силе тока $\pm 0,002$ (до 200 мА), $\pm 0,005$ % (от 200 мА до 1 А), $\pm 0,01$ % (от 1 А до 10 А).</p> <p>Диапазоны измерений напряжения от 0,01 до 530 В, погрешность измерений $\pm 0,004$ %, диапазон измерений силы переменного тока от 0,1 до 40 А, погрешность измерений $\pm 0,004$ % (при токе ≤ 10 А), $\pm 0,006$ % (при токе = 40 А), диапазон измерений частоты от 16 до 450 Гц, погрешность измерений частоты $\pm 0,0001$ Гц, диапазон измерений мощности от 0,001 Вт до 21200 Вт, погрешность $\pm 0,004$ %.</p> <p>Диапазоны измерений силы переменного тока от 0,05 до 120 А, погрешность измерений $\pm [0,01 + 0,002(1,2I_n/I - 1)]$.</p>	<p>Эталоны единиц величин и средства измерений согласно документу:</p> <p>МП 2203-0002-2022 «Прибор электроизмерительный многофункциональный «Энергомонитор-3.1КМ-Э. Методика поверки»</p> <p>МС3.055.500 МП «Прибор электроизмерительный эталонный многофункциональный «Энергомонитор-3.1КМ. Методика поверки с изменением 1»</p> <p>МП 2203-0305-2018 «Прибор электроизмерительный многофункциональный "Энергомонитор-61850.Методика поверки»</p>
--	---

5.1 Допускается применять другие средства поверки, обеспечивающие требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.

5.2 Все средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь действующую запись во ФГИС АРШИН о поверке.

5.3 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 Установки 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 НФЦР. 411722.007РЭ 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

7.1.1 При внешнем осмотре Установки проверяется:

- а) комплект поставки,
- б) наличие записей во ФГИС АРШИН, действующих свидетельств о поверке СИ (входящих в комплект),
- в) маркировка,
- г) отсутствие механических повреждений,
- д) соответствие внешнего вида средства измерений описанию и изображению, приведенному в описании типа,
- е) соблюдение требований по защите средства измерений от несанкционированного вмешательства согласно описания типа средств измерений (проверка наличия предусмотренных пломб при их наличии).

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

7.1.3 Маркировка

На маркировочной планке, прикрепленной к корпусу Установки в соответствии с описанием типа, должны быть нанесены:

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

7.1.4 Установка не должна иметь механических повреждений, которые могут повлиять на ее работу (повреждение корпуса, соединителей, кабелей и других изделий в соответствии с комплектом поставки).

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Проверка наличия сведений о положительных результатах поверки в ФГИС Аршин эталона из состава Установки: «Прибор электроизмерительный эталонный многофункциональный «Энергомонитор-3.1КМ» (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 52854-13); или «Прибор электроизмерительный многофункциональный «Энергомонитор-3.1КМ-Э» (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 86936-22); или «Прибор электроизмерительный многофункциональный "Энергомонитор-61850" (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 73445-18):

- выполнить контроль условий поверки на соответствие п. 3;
- выдержать Установку в условиях окружающей среды, указанных в п. 3, не менее 30 мин, если она находилась в климатических условиях, отличающихся от указанных в п. 3;
- соединить зажимы заземления используемых средств поверки с контуром заземления;
- выполнить операции подготовки установки к использованию в соответствии с НФЦР. 411722.007 РЭ.

8.2 Проверка сопротивления изоляции (*выполняется только при первичной поверке*).

Проверка сопротивления изоляции Установки проводится мегомметром Ф4101 при рабочем напряжении 1000 В, до подачи питания на установку между следующими цепями:

- 1) соединенными между собой контактами вилки сетевого разъема Установки и корпусной клеммой заземления;
- 2) соединенными между собой выходными клеммами переменного напряжения Установки и корпусной клеммой заземления;
- 3) соединенными между собой выходными клеммами переменного тока Установки и корпусной клеммой.

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

Установка считается выдержавшей испытание, если значение сопротивления изоляции не менее 20 МОм.

8.3 Опробование и проверка функционирования.

Проверка функционирования Установки проводится следующим образом:

- произведите подготовку Установки к работе согласно руководству по эксплуатации;
- подключите Установку и средства поверки к сети переменного тока 230 В, 50 Гц, включите и дать им прогреться в течение времени, указанного в технической документации на них;
- включите Установку, при включении питания должен включиться индикатор «Сеть», а через 10 секунд должны завершиться процедуры самотестирования и инициализации, после завершения инициализации индицируются:

- у прибора "Энергомонитор" товарный знак, наименование изготовителя, тип Прибора и версия программного обеспечения;
- у генератора "Энергоформа" главное меню;
- у ВП-3.1 главное меню.

- запустите генератор "Энергоформа" с номинальными значениями тока и напряжения в соответствии с модификацией установки и проверьте наличие измерений напряжения и тока по показаниям прибора "Энергомонитор", входящего в комплект установки.

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

9 Проверка программного обеспечения

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

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

9.2 Идентификацию ПО производить следующим образом:

- произведите подготовку Установки к работе согласно руководству по эксплуатации;
- включите Установку, при включении питания должна включиться подсветка индикаторов, а через 1 - 5 секунд должны завершиться процедуры самотестирования и инициализации. Включить генератор «Энергоформа-3.1Э». На ЖКИ генератора «Энергоформа-3.1Э» после включения на первом экране должно индицироваться наименование ПО (Энергоформа-3.1Э). Войдите в пункт меню генератора «Установки – О приборе». Должен индицироваться номер версии ПО.

9.3 Результат испытаний считают положительным, если отображаемые на дисплее наименование ПО, номер версии ПО соответствуют приведенным в описании типа:

Таблица Идентификационных данных Установки УППУ-МЭ21

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Энергоформа-3.1Э
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.XX ¹⁾
Примечание: ¹⁾ где XX – от 1 до 99	

10 Определение метрологических характеристик средств измерений

10.1 Определение погрешностей задания установкой величин параметров напряжения переменного тока:

- определение относительной погрешности задания величины среднеквадратического значения основной гармонической составляющей напряжения;
- определение абсолютной погрешности задания сдвига фазы основной гармонической составляющей напряжения (для установок, оборудованных поверочными местами с ТНИ).

Операция выполняется на каждом из поверочных мест относительно напряжения, измеренного эталонным СИ из состава Установки на первом поверочном месте с помощью дополнительного прибора Энергомонитор-3.1КМ Э на всех поверочных местах следующим образом:

- на всех поверочных местах установить счетчики электроэнергии;
- Вход ТНИ-1 подключить по фазе напряжения «А» к БК-3.1, выходы УН-3.1 фаз «В» и «С» не подключать к БК-3.1;
- в соответствии с эксплуатационной документацией установки подготовить её к определению погрешности счетчиков активной электрической энергии;
- в соответствии с эксплуатационной документацией прибора Энергомонитор-3.1КМ обеспечить измерение напряжения в поддиапазоне 240 В;
- в соответствии с эксплуатационной документацией прибора Энергомонитор-3.1КМ определить погрешности ТНИ-1 на всех поверочных местах, подключая его поочерёдно на каждое поверочное место параллельно установленным счетчикам, при номинальном напряжении 230 В, значениях тока 0 А и внести значения погрешностей в протокол.

При необходимости повторить операции по 10.1.1 а) - д) для поверочных мест других фаз (В, С). Результаты поверки считаются удовлетворительными, если значения погрешностей не превышают значений, указанных в Приложении А.

10.1.2 Определение относительной погрешности задания среднеквадратического значения основной гармонической составляющей напряжения, определение абсолютной погрешности воспроизведения глубины и длительности провала или перенапряжений

10.1.2.1 В соответствии с эксплуатационной документацией установки выполните автокалибровку по напряжению с помощью ПО «Калибровка генератора» (EfCalibr).

На генераторе Энероформа-3.1Э, входящем в комплект Установки, последовательно задаются сигналы U_x напряжения трех фаз с частотой 53 Гц, указанные в таблице 10.1, в пределах диапазона воспроизведения поверяемой модификации установки (U_h до 10 В или до 480 В).

Значения номинального напряжения Прибора (U_h) «Энергомонитор-3.1КМ Х-02» для испытательных сигналов №№ от 1 до 13 приведены в таблице 10.1. Значения номинального напряжения Прибора (U_h) «Энергомонитор-3.1КМ-Э Х-02» для испытательных сигналов №№ от 1 до 17 приведены в таблице 10.1. При испытаниях по таблице 10.1 сигналами:

- от 9 до 17 генератор Энероформа-3.1Э применяется в режиме «ЭлТА», от 1 до 8 – «Традиционный» (с усилителем УН-3.1);
- от 14 до 17 прибор "Энергомонитор 3.1КМ-Э Х-02" применяется в режиме «Усилитель УН-6.1», от 1 до 13 – «Трансформаторы».

Прибором (из состава Установки) «Энергомонитор-3.1КМ Х-02» либо «Энергомонитор-3.1КМ-Э Х-02» с усреднением «10 с» выполняются измерения воспроизводимого напряжения.

Таблица 10.1

№ сигнала	U_h , В	U_x , В
1	800	570
2	480	480
3	240	280
4	240	120
5	240	24
6	120	120
7	60	60
8	30	30
9	10	10
10	5	5
11	2	2
12	1	1
13	1	0,1
14	0,1	0,1
15	0,1	0,01
16	0,01	0,01
17	0,01	0,001

Погрешность δ_U и δ_{Uu} рассчитывается по формуле

$$\delta_U = [(U_x - U_\vartheta) / U_\vartheta] \cdot 100 \%,$$

где: U_x – напряжение, установленное на генераторе Энероформа-3.1Э, В;

U_ϑ – показание Прибора при измерении среднеквадратического (действующего) значения напряжения переменного тока, В.

Результаты поверки считаются положительными, если значения погрешностей δ_U , δ_{Uu} не превышают пределов допускаемых значений, приведенных в Приложении А (в зависимости от модификации).

10.1.2.2 В соответствии с эксплуатационной документацией установки выполните калибровку по напряжению с помощью ПО «Калибровка генератора» (EfCalibr).

Прибор "Энергомонитор", входящий в комплект Установки, устанавливается в режим "Регистрация провалов и перенапряжений" с номинальными напряжениями $U_{н.ф.} = 229,8$ В и $U_{н.л.} = 400$ В. Для модификации УППУ-МЭ21 Х-(3.1КМ-Э С-02-ХЕ-3-6-50) в режиме ЭлТА - с номинальным напряжением $U_{н.ф.} = 1$ В.

В режиме "ПРОВАЛЫ и ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯ" на генераторе Энергоформа-3.1Э, входящем в комплект Установки, последовательно задаются сигналы напряжения фазы А (с 1 по 4), указанные в таблице 10.2. Каждый сигнал должен генерироваться не менее половины и не более одной минуты (время включения каждого сигнала фиксируется по часам Энергомонитора). Общее время регистрации не должно превышать восьми минут.

Таблица 10.2

Номер испытательного сигнала	1	2	3	4
Количество провалов или перенапряжений (n)	10	10	10	10
Длительность (t), с	0.2	0.5	1.00	2.0
Период повторения (T), с	5	5	5	5
Глубина провала напряжения, %	20	50	100	-
Коэффициент временного перенапряжения, отн. ед.	-	-	-	1,2

После завершения регистрации с помощью программы EmWorkNet из Энергомонитора считывается полученная информация. По полученным графикам входных напряжений определяется глубина провалов, максимальные значения напряжения при перенапряжении и Коэффициент временного перенапряжения.

Погрешности установки глубины провалов, максимального значения напряжения при перенапряжении и коэффициента временного перенапряжения определяются как разность между заданным значением параметра и измеренным значением этого параметра.

10.1.2.3 В режиме “ПРОВАЛЫ и ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯ” на генераторе Энергоформа-3.1Э, входящем в комплект Установки, устанавливается «привязка к полупериоду», напряжение фазы А $U_{н.ф.} = 10$ В. Для модификации УППУ-МЭ21 Х-(3.1КМ-Э С-02-ХЕ-3-6-50) в режиме ЭлТА - с номинальным напряжением $U_{н.ф.} = 1$ В.

На осциллографе установите коэффициент развертки 10 мс/дел. Последовательно задаются сигналы (с 5 по 8), указанные в таблице 10.3.

Таблица 10.3

Номер испытательного сигнала	5	6	7	8
Количество провалов или перенапряжений (n)	10000	10000	10000	10000
Длительность (t), с	0,06	0,08	0,06	0,08
Период повторения (T), с	0,12	0,12	0,12	0,12
Глубина провала напряжения, %	50	80	-	-
Коэффициент временного перенапряжения, отн. ед.	-	-	1,2	1,2

С помощью осциллографа измерьте длительности/периоды повторений провалов и перенапряжений.

Погрешности установки длительности/периода повторений провалов и перенапряжений определяются как разность между заданным значением параметра и измеренным значением этого параметра.

Результаты поверки считаются положительными, если значения погрешностей не превышают значений, указанных в Приложении А.

10.2 Определение относительной погрешности задания величины среднеквадратического значения основной гармонической составляющей тока первичной обмотки разъемного или шинного трансформатора тока, образованной ампер-витками калиброванной катушки (КТ)

10.2.1 Для модификаций установок, не укомплектованных калиброванными катушками КТ, данные испытания не проводятся.

10.2.2 К выходам тока установки подключите КТ в соответствии с МС4.761.008 ПС. К КТ подключите токоизмерительные клещи прибора Энерготестер ПКЭ-А-А1-100/1000К02 с номинальным током, соответствующим модели КТ.

10.2.3 Прибор "Энергомонитор", входящий в комплект Установки, устанавливается в режим измерений фазных токов с поддиапазоном до 12 А. Прибор Энерготестер ПКЭ-А устанавливается в режим измерений фазных токов с поддиапазоном до $L \cdot I_1$ где:

I_1 - ток на входе Прибора "Энергомонитор" (не более 10 А);

L – количество витков калиброванной катушки КТ (от 10 до 300) А.

10.2.4 Подайте на КТ ток в соответствии с таблицей 10.4, заданный в генераторе Энергоформа, и снимите показания приборов I_1 и I_2

Таблица 10.4

Наименование характеристики	Катушка токовая калиброванная				
	КТ-3-10	КТ-3-20	КТ-3-100	КТ-1-200	КТ-1-300
Количество витков катушки, L	10	20	100	200	300
Ток, установленный на входе КТ, А	10	10	10	5	3
Номинальный ток токоизмерительных клещей Прибора Энерготестер ПКЭ-А, А	100	1000	1000	1000	1000
Показания Прибора Энергомонитор, I_1 , А					
Показания Прибора Энерготестер ПКЭ-А, I_2 , А					

10.2.5 Погрешность установки тока рассчитывается по формуле:

$$(L \cdot I_1 - I_2) \cdot 100 / I_2$$

Результат поверки считается положительными, если погрешность установки тока не превышает величины, указанной в приложении А

10.3 Определение параметров стабильности и качества сигналов тока и напряжения установленных значений напряжения, тока и мощности

10.3.1 Включается Установка модификации УППУ-МЭ21 (Х)-120/Х-960/Х, устанавливается: режим измерений активной мощности, схема подключения трехфазная четырехпроводная, диапазоны измерений с номинальным напряжением 240 В и с номинальным током 5А; время усреднения 1 мин.

Через 30 минут устанавливается испытательный сигнал со следующими параметрами:

- форма сигналов напряжения и тока – синусоидальная,
- частота - 50 Гц,
- напряжение – 220 В,
- сила тока – 5 А,
- $\cos\phi = 1$;

Производится измерение напряжения (U_{ti}), силы тока (I_{ti}) и активной мощности (P_{ti}) для каждой фазы каждые 60 с в течение 600 с и полученные i -е значения записываются в протокол. По каждому параметру определяется наибольшее ($t1$) и наименьшее ($t2$) из измеренных значений.

Изменение установленных значений напряжения, силы тока и активной мощности за 5 мин. при постоянной нагрузке рассчитывается по формулам:

$$\delta_U = [(U_{t1} - U_{t2})/5 \cdot U_{t1}] \cdot 100, \% \quad (6)$$

$$\delta_I = [(I_{t1} - I_{t2})/5 \cdot I_{t1}] \cdot 100, \% \quad (7)$$

$$\delta_P = [(P_{t1} - P_{t2})/5 \cdot P_{t1}] \cdot 100, \% \quad (8)$$

10.3.2 Включается Установка модификации УППУ-МЭ21 (Энергомонитор 3.1КМ-Э С-02-ХЕ-3-6-50), устанавливается:

режим измерений активной мощности,
схема подключения трехфазная четырехпроводная,
диапазон измерений с номинальным напряжением 1В и с номинальным напряжением сигнала тока 100 мВ;

время усреднения 1 мин.

Через 30 минут устанавливается испытательный сигнал со следующими параметрами:

- форма сигналов напряжения и тока – синусоидальная,
- частота - 50 Гц,
- напряжение – 0,5 В,
- сигнал тока – 0,1 В,
- $\cos\varphi = 1$;

Производится измерение напряжения (U_{ti}), силы тока (I_{ti}) и активной мощности (P_{ti}) для каждой фазы каждые 60 с в течение 600 с и полученные i -е значения записываются в протокол. По каждому параметру определяется наибольшее ($t1$) и наименьшее ($t2$) из измеренных значений.

Изменение установленных значений напряжения, силы тока и активной мощности за 5 мин. при постоянной нагрузке рассчитывается по формулам 6, 7, 8.

Результат поверки считается положительным, если погрешность временной нестабильности установленных значений напряжения, тока и мощности не превышает величины, указанной в приложении А

10.4 Определение коэффициента нелинейных искажений при генерации синусоидального выходного сигнала

На генераторе Энероформа-3.1Э, входящем в комплект Установки, задаются испытательные синусоидальные сигналы с параметрами, указанными в таблице 10.5 (в пределах диапазонов измерений для данной модификации Установки) и производится измерение параметров установленных испытательных сигналов и коэффициентов нелинейных искажений для каждого из каналов напряжения и тока с помощью предварительно поверенного Прибора "Энергомонитор", входящий в комплект Установки.

Таблица 10.5

Значения задаваемых параметров			
U, В	I (Ui *)	f, Гц	Cos φ
480	100 А	47	1,0
220	50 А	70	1,0
100	10 А	42,5	1,0
60	2,5 А	45	1,0
40	0,5 А	55	1,0
20	0,05 А	55	1,0
10	0,02 А	50	1,0
5	0,002 А	51	1,0
1*	8 В*	53	1,0
0,1*	0,1 В*	53	1,0
0,01*	0,01 В*	53	1,0
0,01*	0,005 В*	53	1,0

* - только для модификации УППУ-МЭ21 (3.1КМ-Э С-02-ХЕ-3-6-50)
в режиме ЭлТА

Коэффициенты нелинейных искажений выходных сигналов напряжения и тока при формировании синусоидального выходного сигнала определяются по показаниям Прибора "Энергомонитор".

Результаты поверки считаются положительными, если значения коэффициентов нелинейных искажений при генерации синусоидальных сигналов напряжения (K_U) и тока (K_I) не превышают величины, указанной в приложении А.

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

Подтверждение соответствия счетчиков метрологическим требованиям производится на основании обработки результатов измерений.

При получении положительных результатов по п. 10 установку (в зависимости от комплектации) признают соответствующей:

- эталону 1-го или 2-го разряда средств измерений 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 №1436, по Приложению А, Б, В, Г, Д, Е (с применяемыми эталонными СИ: «Энергомонитор-3.1КМ» и «Энергомонитор-3.1КМ-Э»;

- эталону 1-го разряда средств измерений 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 №1436, по Приложению А, Б, В, Г (с применяемым эталонным СИ "Энергомонитор-61850";

- эталону 2-го разряда 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 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 №668;

- эталону 2-го разряда средств измерений 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 18.08.2023 №1706;

- эталону 2-го разряда средств измерений постоянного электрического тока согласно государственной поверочной схеме для средств измерений постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ – 100 А, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 1.10.2018 №2091;

- эталону 3-его разряда средств измерений электрического напряжения» согласно государственной поверочной схеме для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвигущей силы, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28.07.2023 №1520.

12 Оформление результатов поверки

Оформление результатов поверки производится в соответствии с Приказом Минпромторга РФ №2510 от 31.07.2020 г.

12.1 Установки, прошедшие поверку с положительными результатами, признают годными к эксплуатации.

12.2 Результаты поверки удостоверяются внесением соответствующей записи во ФГИС «Аршин», нанесением знака поверки в виде оттиска поверителя на место пломбировки установки и записью в паспорте изделия, заверяемой подписью поверителя и знаком поверки (оттиск).

12.3 Установки, прошедшие поверку с отрицательным результатом, изымают из обращения и гасят клеймо предыдущей поверки, выписывается извещение о непригодности к применению.

12.4 Результаты поверки заносят в протокол, рекомендуемая форма протокола приведена в Приложении Б.

Таблица А1

Наименование характеристики	Значение
Диапазон задания среднеквадратического значения основной гармонической составляющей фазного (междупланового) напряжения (U_1), В: в режиме «ЭлТА» (без усилителя УН-3.1) в режиме «Традиционный» (с усилителем УН-3.1)	от 0,001 (0,0017) до 12 (20,8) от 12 (20,8) до 576 (1000)
Дискретность задания величины среднеквадратического значения основной гармонической составляющей напряжения, В в режиме «ЭлТА» (без усилителя УН-3.1)	0,00001
в режиме «Традиционный» (с усилителем УН-3.1)	0,001
Пределы допускаемой относительной погрешности задания среднеквадратического значения основной гармонической составляющей напряжения, %	±1
Диапазон задания среднеквадратического значения основной гармонической составляющей тока первичной обмотки разъемного или шинного трансформатора тока, образованной ампер-витками катушки токовой КТ, А	от $0,05 \cdot L \cdot I_{Bx}$ до $L \cdot I_{Bx}$ где: I_{Bx} – входной ток КТ (не более 10 А); L – количество витков катушки токовой КТ (20, 100, 300)
Пределы допускаемой относительной погрешности задания величины среднеквадратического значения основной гармонической составляющей тока первичной обмотки разъемного или шинного трансформатора тока, образованной ампер-витками катушки токовой КТ, %	±0,1
Пределы допускаемой относительной погрешности задания величины среднеквадратического значения основной гармонической составляющей напряжения для установок, оборудованных поверочными местами с ТНИ, на каждом из поверочных мест относительно напряжения, измеренного эталонным СИ на первом поверочном месте, %	±0,1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности задания сдвига фазы основной гармонической составляющей напряжения для установок, оборудованных поверочными местами с ТНИ, на каждом из поверочных мест относительно фазы напряжения на первом поверочном месте, мин	±2,0
Примечание.	
1) Для установок переносного исполнения.	

Таблица А2 - Метрологические характеристики воспроизведения установками параметров напряжения переменного тока с основной частотой от 40 до 70 Гц

Наименование характеристики	Значение
Диапазон воспроизведения длительности провала или перенапряжения (t), с	от 0,01 до 600
Дискретность задания длительности провала или перенапряжения, с	0,001
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения длительности провала или перенапряжения, с	±0,002

Продолжение Таблицы А2

Диапазон воспроизведения глубины провала, %	от 10 до 100
Дискретность задания величины глубины провала, %	0,01
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения глубины провала, %	$\pm 0,06$ ¹⁾
Диапазон воспроизведения коэффициента перенапряжения	от 1,1 до 2,0
Дискретность задания величины коэффициента перенапряжения	0,0001
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения коэффициента перенапряжения	$\pm 0,0006$ ¹⁾
Диапазон воспроизведения максимального значения напряжения при перенапряжении, В	от $1,1 \cdot U_{din}$ до $2 \cdot U_{din}$, где U_{din} не более 230 В ²⁾
Дискретность задания величины максимального значения напряжения при перенапряжении, В:	
без усилителя УН-3.1	0,00001
с усилителем УН-3.1	0,001
Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения максимального значения напряжения при перенапряжении, %	$\pm 0,06$ ¹⁾

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(рекомендуемое)

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ
Установка поверочная универсальная УППУ-МЭ21 (модификация)
Зав. № _____
Дата _____

Изготовитель _____
Год (дата) изготовления _____
Принадлежит _____
Вид поверки _____
Место проведения поверки _____
Модификация: _____

Операции и методика поверки в соответствии с:
НФЦР.411722.007 МП «ГСИ. Установки поверочные универсальные УППУ-МЭ21. Методика поверки».

Условия проведения поверки;
- температура окружающего воздуха, °C _____;
- относительная влажность воздуха, % _____;
- атмосферное давление, кПа _____

Средства поверки:

Наименование и тип СИ, зав. №	рег. №	Сведения о поверке	Годен до

Проведение поверки:

1. Внешний осмотр

Вывод: Установка соответствует (не соответствует) МП

2. Опробование

2.1 Проверка сопротивления изоляции (выполняется только при первичной поверке)

Результат измерений: _____

2.2 Опробование и проверка функционирования

Результат _____

Вывод: Установка соответствует (не соответствует) требованиям РЭ

3. Проверка программного обеспечения

Результат поверки: номер версии:

Вывод: ВПО установки соответствует (не соответствует) Руководству по эксплуатации

4 Определения метрологических и технических характеристик:

Результат:

Вывод: Установка соответствует (не соответствует) требованиям МП Приложение А.

Вывод по результатам поверки: на основании результатов первичной (периодической) поверки Установка признана соответствующей установленным метрологическим требованиям и признана пригодной к дальнейшему применению.

Поверитель: _____
Подпись _____ Фамилия И О