

СОГЛАСОВАНО

**Технический директор
ООО «НИЦ «ЭНЕРГО»**


_____ **П. С. Казаков**

_____ **02** _____ **2024 г.**



Государственная система обеспечения единства измерений

**Установки для поверки счетчиков электрической энергии
однофазные ELMA-8110A 0.05**

Методика поверки

МП-НИЦЭ-034-24

г. Москва

2024 г.

Содержание

| | |
|---|----|
| 1 Общие положения | 3 |
| 2 Перечень операций поверки средства измерений..... | 3 |
| 3 Требования к условиям проведения поверки | 3 |
| 4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку | 5 |
| 5 Метрологические и технические требования к средствам поверки..... | 4 |
| 6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки | 6 |
| 7 Внешний осмотр средства измерений..... | 6 |
| 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений | 8 |
| 9 Проверка программного обеспечения средства измерений..... | 8 |
| 10 Определение метрологических характеристик средства измерений | 8 |
| 11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям..... | 14 |
| 12 Оформление результатов поверки..... | 15 |

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на установки для поверки счетчиков электрической энергии однофазные ELMA–8110A 0.05 (далее – установки), изготовленные APPLIED PRECISION s.r.o., Словакия, и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

1.2 При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемость установки к ГЭТ 153-2019 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Росстандарта от 23.07.2021 г. № 1436, к ГЭТ 1-2022 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Росстандарта от 26.09.2022 г. № 2360.

1.3 Установки являются рабочими эталонами 2-го разряда согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23 июля 2021 г. № 1436 (по Приложениям А, Б, В).

1.4 Поверка установки должна проводиться в соответствии с требованиями настоящей методики поверки.

1.5 Методы, обеспечивающие реализацию методики поверки, – метод непосредственного сличения, прямой метод измерений.

1.6 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в Приложении А.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – 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 средства измерений | Да | Да | 7 |
| Подготовка к поверке и опробование средства измерений | Да | Да | 8 |
| Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений) | Да | Да | 8.1 |
| Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений) | Да | Да | 8.2 |
| Проверка электрического сопротивления изоляции (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений) | Да | Нет | 8.3 |
| Проверка электрической прочности изоляции (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений) | Да | Нет | 8.4 |
| Определение метрологических характеристик средства измерений | Да | Да | 10 |
| Определение относительной | Да | Да | 10.1 |

| Наименование операции поверки | Обязательность выполнения операций поверки при | | Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки |
|---|--|-----------------------|--|
| | первичной поверке | периодической поверке | |
| основной погрешности измерений воспроизводимых среднеквадратичных значений напряжения переменного тока основной гармоники | | | |
| Определение относительной основной погрешностей измерений воспроизводимых среднеквадратичных значений силы переменного тока основной гармоники | Да | Да | 10.2 |
| Определение абсолютной погрешности измерений воспроизводимых значений частоты переменного тока | Да | Да | 10.3 |
| Определение абсолютной погрешности измерений воспроизводимых значений угла сдвига фаз между основными гармониками напряжения и тока | Да | Да | 10.4 |
| Определение относительной основной погрешности измерений активной электрической мощности и активной электрической энергии | Да | Да | 10.5 |
| Определение относительной основной погрешности измерений реактивной электрической мощности и реактивной электрической энергии | Да | Да | 10.6 |
| Определение относительной основной погрешности измерений полной электрической мощности | Да | Да | 10.7 |
| Определение абсолютной погрешности измерений отклонения основной частоты напряжения электропитания Δf от номинального значения | Да | Да | 10.8 |
| Определение относительной погрешности измерений положительного отклонения напряжения $\delta U_{(+)}$, отрицательного отклонения напряжения $\delta U_{(-)}$ | Да | Да | 10.9 |
| Определение абсолютной по- | Да | Да | 10.10 |

| Наименование операции поверки | Обязательность выполнения операций поверки при | | Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки |
|--|--|-----------------------|--|
| | первичной поверке | периодической поверке | |
| грешности измерений перенапряжения $U_{пер}$, глубины провала напряжения δU_n , длительности перенапряжения $\Delta t_{пер}$, длительности провала напряжения Δt_n | | | |
| Определение абсолютной погрешности измерений коэффициента мощности $\cos\varphi$, коэффициентов $\sin\varphi$ и $\operatorname{tg}\varphi$ | Да | Да | 10.11 |
| Определение относительной погрешности измерений воспроизведенных значений частоты следования импульсов | Да | Да | 10.12 |
| Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям | Да | Да | 11 |

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды плюс (25 ± 5) °С;
- относительная влажность от 30 % до 80 %;
- напряжение питания переменного тока (230 ± 1) В.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационную документацию наверяемые установки и средства поверки.

4.2 К проведению поверки допускаются лица, соответствующие требованиям, изложенным в статье 41 Приказа Минэкономразвития России от 26.10.2020 года № 707 (ред. от 30.12.2020 года) «Об утверждении критериев аккредитации и перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации».

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

Таблица 2 – Средства поверки

| Операции поверки, требующие применение средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|--|---|---|
| Основные средства поверки | | |
| р. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений | Эталоны электрической мощности, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 1-го разряда по Приказу Росстандарта от 23.07.2021 г. № 1436 в | Прибор электроизмерительный эталонный многофункциональный «Энергомонитор-3.1КМ», модификация «Энергомонитор-3.1КМ» П-02-010-3-0-50-1000К10, рег. № 52854-13 |

| Операции поверки, требующие применение средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|---|---|--|
| | <p>диапазоне измерений фазного напряжения переменного тока основной гармоники от 30 до 300 В, в диапазоне измерений силы переменного тока основной гармоники от 0,005 до 120,000 А, при частоте переменного тока от 40 до 70 Гц и значениях коэффициентов активной и реактивной мощности от 0,25 до 1.</p> | |
| | <p>Средства измерений с диапазоном воспроизведений перенапряжения от 100 % до 150 % от $U_{ном}$, с пределами допускаемой абсолютной погрешности воспроизведений перенапряжения не более $\pm 0,1$ %;</p> <p>Средства измерений с диапазоном воспроизведений глубины провала напряжения от 10 % до 100 %, с пределами допускаемой относительной погрешности воспроизведений глубины провала напряжения не более $\pm 0,1$ %;</p> <p>Средства измерений с диапазоном воспроизведений длительности перенапряжения и провала напряжения от 0,02 до 60,00 с, с пределами допускаемой абсолютной погрешности воспроизведений не более $\pm 0,003$ с.</p> | <p>Калибратор переменного тока Ресурс-К2М, рег. № 31319-12</p> |
| | <p>Эталоны единицы частоты соответствующие требованиям к эталонам не ниже 5-го разряда по Приказу Росстандарта от 26.09.2022 г. № 2360.</p> <p>Средства измерений частоты в диапазоне измерений от 0,001 до 100,000 кГц.</p> | <p>Частотомер электронно-счетный ЧЗ-85/6 (далее – частотомер), рег. № 56478-14</p> |
| <p>Вспомогательные средства поверки</p> | | |
| <p>р. 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений</p> | <p>Средства измерений сопротивления изоляции (на испытательное напряжение не ниже 500 В) с верхним пределом измерений не ниже 20 МОм, с пределами</p> | <p>Установка для проверки параметров электрической безопасности GPT-79803, рег. № 50682-12</p> |

| Операции поверки, требующие применение средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|---|--|---|
| | допускаемой относительной погрешности измерений не более $\pm 10\%$. Средства измерений напряжения переменного тока с диапазоном формирования напряжения переменного тока от 1,5 до 2,0 кВ частотой 50 Гц, с пределами допускаемой относительной погрешности не более $\pm 10\%$. | |
| <p>р. 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений</p> <p>р. 9 Проверка программного обеспечения средства измерений</p> <p>р.10 Определение метрологических характеристик средства измерений</p> | <p>Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$, с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений не более $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$;</p> <p>Средства измерений относительной влажности воздуха с диапазоном до 80%, с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений не более $\pm 3\%$.</p> | Измеритель параметров микроклимата «МЕТЕОСКОП-М», рег. № 32014-11 |
| <p>Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице, а также другое вспомогательное оборудование, удовлетворяющее техническим требованиям, указанным в таблице.</p> | | |

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, установленные ГОСТ 12.3.019-80, «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей». Также должны быть соблюдены требования безопасности, изложенные в эксплуатационных документах на поверяемые установки и применяемые средства поверки.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Установка допускается к дальнейшей поверке, если:

- внешний вид установки соответствует описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- отсутствуют видимые дефекты, способные оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки.

Примечание – При выявлении дефектов, способных оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки, устанавливается возможность их устранения до проведения поверки. При наличии возможности устранения дефектов, выявленные дефекты устраняются, и установка допускается к дальнейшей поверке. При отсутствии возможности устранения дефектов, установка к дальнейшей поверке не допускается.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- изучить эксплуатационную документацию на поверяемую установку и на применяемые средства поверки;
- выдержать установку в условиях окружающей среды, указанных в п. 3.1, не менее 2 ч, если она находилась в климатических условиях, отличающихся от указанных в п. 3.1, и подготовить ее к работе в соответствии с ее эксплуатационной документацией;
- подготовить к работе средства поверки в соответствии с указаниями их эксплуатационной документации;
- провести контроль условий поверки на соответствие требованиям, указанным в разделе 3, с помощью оборудования, указанного в таблице 2.

8.2 Опробование

Опробование проводить в следующей последовательности:

- 1) Подать напряжение питания на установку.
- 2) Проверить функционирование дисплея, органов управления установки в соответствии с эксплуатационной документацией.

8.3 Проверка электрического сопротивления изоляции

Проверку электрического сопротивления изоляции проводить на установке для проверки параметров электрической безопасности GPT-79803 испытательным напряжением постоянного тока 500 В между:

- корпусом установки и соединенными последовательными и параллельными цепями по методике п. 8.3.1;
- корпусом и цепью питания от сети переменного тока по методике п. 8.3.2.

Все соединения составных частей установки должны быть выполнены кабелями, являющимися принадлежностью поверяемой установки.

Зажимы защитного заземления всех составных частей установки, электрически соединенные с их корпусами, должны быть соединены между собой.

8.3.1 Проверку электрического сопротивления изоляции между корпусом и соединенными цепями напряжения и тока установок выполнить по описанным ниже методикам 1-го и 2-го этапа.

На 1-м этапе выполнить проверку электрического сопротивления изоляции цепей напряжения и тока относительно корпуса, соединив испытываемые цепи между собой и замкнув цепи тока на всех поверочных местах.

На 2-м этапе, выполнить проверку электрического сопротивления изоляции цепей напряжения каждого поверочного места.

Электрическое сопротивление изоляции измерять между испытываемой цепью и соединенными зажимами защитного заземления составных частей установки.

8.3.2 Проверку электрического сопротивления изоляции между корпусом и цепью питания проводить между соединенными зажимами защитного заземления составных частей установки и соединенными полюсами цепи питания установки. Выключатели питания составных частей должны быть установлены в положение «включено».

8.4 Проверка электрической прочности изоляции

Проверку электрической прочности изоляции проводить на установке для проверки параметров электрической безопасности GPT-79803 по методике, изложенной в ГОСТ 22261-94, с учетом требований ГОСТ 12.2.091-2002 и дополнений, приведенных ниже.

Проверке подлежит электрическая изоляция между:

- цепями напряжения и тока по методике п. 8.4.1;

– соединенными вместе цепями напряжения и тока, с одной стороны, и корпусом, с другой стороны, по методике п. 8.4.2;

– цепью питания от сети переменного тока и корпусом по методике п. 8.4.3.

Все соединения составных частей установки должны быть выполнены кабелями, являющимися принадлежностью поверяемой установки.

Зажимы защитного заземления всех составных частей установки, электрически соединенные с их корпусами, должны быть соединены между собой.

Проверку электрической прочности изоляции проводить напряжением переменного тока частотой 50 Гц практически синусоидальной формы. По тексту методики указаны среднеквадратические значения испытательного напряжения.

8.4.1 При проверке электрической прочности изоляции между цепями напряжения и тока установок испытательное напряжение 2,0 кВ прикладывать между соединенными вместе цепями напряжения всех поверочных мест, с одной стороны, и соединенными в любом месте цепями тока, с другой стороны. Соединение цепей тока допускается проводить на любом из поверочных мест.

8.4.2 При проверке электрической прочности изоляции между цепями напряжения, соединенными с цепями тока, и корпусом, испытательное напряжение 2,0 кВ прикладывать между соединенными вместе цепями напряжения всех поверочных мест, цепями тока, с одной стороны, и корпусом, с другой стороны.

8.4.3 При проверке электрической прочности изоляции между цепью питания и корпусом, испытательное напряжение 1,5 кВ прикладывать между соединенными зажимами защитного заземления составных частей установки и соединенными полюсами цепи питания.

Выключатели питания составных частей должны быть установлены в положение «включено».

Установка допускается к дальнейшей поверке, если при опробовании подтверждено функционирование дисплея, органов управления установки в соответствии с эксплуатационной документацией; при проверке электрического сопротивления изоляции измеренное значение электрического сопротивления изоляции не менее 20 МОм; во время проверки электрической прочности изоляции не произошло пробоя или поверхностного перекрытия изоляции.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Проверку идентификационных данных встроенного программного обеспечения (далее – ПО) проводить путем сличения идентификационных данных встроенного ПО, указанных в описании типа, с идентификационными данными встроенного ПО, считанными с установки, в следующей последовательности:

- 1) Подать напряжение питания на установку.
- 2) На дисплее установки считать идентификационное наименование ПО и номер версии ПО.

Установка допускается к дальнейшей поверке, если встроенное программное обеспечение соответствует требованиям, указанным в описании типа.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Определение относительной основной погрешности измерений воспроизводимых среднеквадратичных значений напряжения переменного тока основной гармоника

- 1) Собрать схему, представленную на рисунке 1.

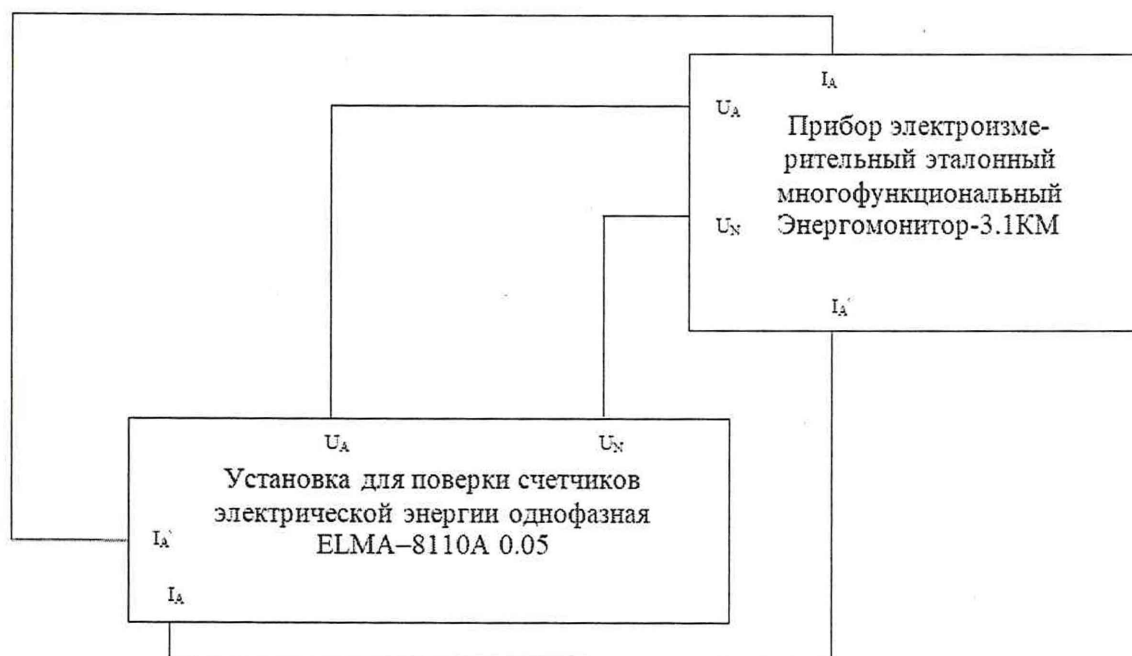


Рисунок 1 – Схема подключения установки к прибору электроизмерительному эталонному многофункциональному «Энергомонитор-3.1КМ»

2) С установки воспроизвести испытательные сигналы согласно таблице 3 (при частоте переменного тока 40; 50; 70 Гц).

Таблица 3 – Испытательные сигналы для определения относительной основной погрешности измерений воспроизводимых среднеквадратичных значений напряжения переменного тока основной гармоники

| № п/п | Среднеквадратическое значение напряжения переменного тока основной гармоники, В | Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений воспроизводимых среднеквадратичных значений напряжения переменного тока основной гармоники, % |
|-------|---|--|
| 1 | 36 | ±0,02 |
| 2 | 72 | |
| 3 | 144 | |
| 4 | 288 | |

Примечание – Измерения проводить на любом из поверочных мест; на остальных поверочных местах проверить работоспособность при среднеквадратическом значении фазного напряжения переменного тока основной гармоники 230 В и частоте переменного тока 50 Гц.

3) Зафиксировать измеренные значения среднеквадратических значений напряжения переменного тока основной гармоники на установке и на приборе электроизмерительном эталонном многофункциональном «Энергомонитор-3.1КМ» (далее – Энергомонитор-3.1КМ).

4) Рассчитать значения относительной основной погрешности измерений воспроизводимых среднеквадратичных значений напряжения переменного тока основной гармоники по формуле (1), приведенной в разделе 11.

10.2 Определение относительной основной погрешностей измерений воспроизводимых среднеквадратичных значений силы переменного тока основной гармоники

1) Собрать схему, представленную на рисунке 1.

2) С установки воспроизвести испытательные сигналы согласно таблице 4 (при частоте переменного тока 40; 50; 70 Гц).

Таблица 4 – Испытательные сигналы для определения относительной основной погрешности измерений воспроизводимых среднеквадратичных значений силы переменного тока основной гармоники

| № п/п | Среднеквадратическое значение силы переменного тока основной гармоники, А | Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений воспроизводимых среднеквадратичных значений силы переменного тока основной гармоники, % |
|-------|---|--|
| 1 | 0,06 | ±0,05 |
| 2 | 12 | |
| 3 | 30 | |
| 4 | 60 | |
| 5 | 120 | |

Примечание – Измерения проводить на любом из поверочных мест; на остальных поверочных местах проверить работоспособность при среднеквадратическом значении силы переменного тока основной гармоники 50 А и частоте переменного тока 50 Гц.

3) Зафиксировать измеренные значения среднеквадратических значений силы переменного тока основной гармоники на установке и на Энергомониторе-3.1КМ.

4) Рассчитать значения относительной основной погрешности измерений воспроизводимых среднеквадратичных значений силы переменного тока основной гармоники по формуле (1), приведенной в разделе 11.

10.3 Определение абсолютной погрешности измерений воспроизводимых значений частоты переменного тока

1) Собрать схему, представленную на рисунке 1.

2) С установки воспроизвести испытательные сигналы согласно таблице 5 (при среднеквадратическом значении напряжения переменного тока 230 В).

Таблица 5 – Испытательные сигналы для определения абсолютной погрешности измерений воспроизводимых значений частоты переменного тока

| № п/п | Значение частоты переменного тока, Гц | Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений воспроизводимых значений частоты переменного тока, Гц |
|-------|---------------------------------------|--|
| 1 | 40,0 | ±0,005 |
| 2 | 42,5 | |
| 3 | 50,0 | |
| 4 | 57,5 | |
| 5 | 70,0 | |

Примечание – Измерения проводить на любом из поверочных мест; на остальных поверочных местах проверить работоспособность при среднеквадратическом значении напряжения переменного тока 230 В и частоте переменного тока 50 Гц.

3) Зафиксировать измеренные значения частоты переменного тока на установке и на Энергомониторе-3.1КМ.

4) Рассчитать значения абсолютной погрешности измерений воспроизводимых значений частоты переменного тока по формуле (2), приведенной в разделе 11.

10.4 Определение абсолютной погрешности измерений воспроизводимых значений угла сдвига фаз между основными гармониками напряжения и тока

1) Собрать схему, представленную на рисунке 1.

2) С установки воспроизвести испытательные сигналы согласно таблице 6.

Таблица 6 – Испытательные сигналы для определения абсолютной погрешности измерений воспроизводимых значений угла сдвига фаз между основными гармониками напряжения и тока

| № п/п | Параметры испытательного сигнала | | | Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений воспроизводимых значений угла сдвига фаз между основными гармониками напряжения и тока, ° |
|-------|---|---|---|--|
| | Среднеквадратическое значение напряжения переменного тока основной гармоники, В | Среднеквадратическое значение силы переменного тока основной гармоники, А | Значение угла сдвига фаз между основными гармониками напряжения и тока, ° | |
| 1 | 230 | 0,01 | 0 | ±0,03 |
| 2 | | 50,00 | | |
| 3 | | 120,00 | | |
| 4 | | 0,01 | 90 | |
| 5 | | 50,00 | | |
| 6 | | 120,00 | | |
| 7 | | 0,01 | 180 | |
| 8 | | 50,00 | | |
| 9 | | 120,00 | | |
| 10 | | 0,01 | 270 | |
| 11 | | 50,00 | | |
| 12 | | 120,00 | | |

Примечание – Измерения проводить на любом из поверочных мест; на остальных поверочных местах проверить работоспособность при среднеквадратическом значении напряжения переменного тока основной гармоники 230 В, среднеквадратическом значении силы переменного тока основной гармоники 5 А, значении угла сдвига фаз между основными гармониками напряжения и тока 0° и частоте переменного тока 50 Гц.

3) Зафиксировать измеренные значения угла сдвига фаз между основными гармониками напряжения и тока на установке и на Энергомониторе-3.1КМ.

4) Рассчитать значения абсолютной погрешности измерений воспроизводимых значений угла сдвига фаз между основными гармониками напряжения и тока по формуле (2), приведенной в разделе 11.

10.5 Определение относительной основной погрешности измерений воспроизводимых значений активной электрической мощности и активной электрической энергии

1) Собрать схему, представленную на рисунке 1.

2) С установки воспроизвести испытательные сигналы согласно таблице 7 (при частоте переменного тока 50 Гц).

Таблица 7 – Испытательные сигналы для определения относительной основной погрешности измерений воспроизводимых значений активной электрической мощности и активной электрической энергии

| № п/п | Среднеквадратическое значение напряжения переменного тока, В | Среднеквадратическое значение силы переменного тока, А | Коэффициент мощности $\cos\varphi$ | Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений активной электрической мощности и активной электрической энергии, % |
|-------|--|--|------------------------------------|--|
| 1 | 230 | 0,005 | 1,0 | ±0,05 |
| 2 | | 1,000 | | |
| 3 | | 5,000 | | |
| 4 | | 50,000 | | |
| 5 | | 120,000 | | |
| 6 | | 0,005 | 0,8 | ±0,10 |
| 7 | | 1,000 | | ±0,08 |
| 8 | | 5,000 | | |
| 9 | | 50,000 | | |
| 10 | | 120,000 | | |
| 11 | | 0,005 | 0,5 | |
| 12 | | 1,000 | | ±0,08 |
| 13 | | 5,000 | | |
| 14 | | 50,000 | | |
| 15 | | 120,000 | | |
| 16 | | 0,005 | 0,25 | |
| 17 | | 1,000 | | |
| 18 | | 5,000 | | |
| 19 | | 50,000 | | |
| 20 | | 120,000 | | |

Примечание – Измерения проводить на любом из поверочных мест; на остальных поверочных местах проверить работоспособность при среднеквадратическом значении напряжения переменного тока 230 В, среднеквадратическом значении силы переменного тока 5 А, значении коэффициента мощности $\cos\varphi = 1$ и частоте переменного тока 50 Гц.

3) Зафиксировать измеренные значения активной электрической мощности на установке и на Энергомониторе-3.1КМ.

4) Зафиксировать на Энергомониторе-3.1КМ значения относительной погрешности измерений активной электрической энергии.

5) Рассчитать значения относительной основной погрешности измерений воспроизводимых значений активной электрической мощности по формуле (1), приведенной в разделе 11.

10.6 Определение относительной основной погрешности измерений воспроизводимых значений реактивной электрической мощности и реактивной электрической энергии

1) Собрать схему, представленную на рисунке 1.

2) С установки воспроизвести испытательные сигналы согласно таблице 8 (при частоте переменного тока 50 Гц).

Таблица 8 – Испытательные сигналы для определения относительной основной погрешности измерений воспроизводимых значений реактивной электрической мощности и реактивной электрической энергии

| № п/п | Среднеквадратическое значение напряжения переменного тока, В | Среднеквадратическое значение силы переменного тока, А | Коэффициент $\sin\varphi$ | Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений реактивной электрической мощности и реактивной электрической энергии, % |
|-------|--|--|---------------------------|--|
| 1 | 230 | 0,005 | 1,0 | ±0,10 |
| 2 | | 1,000 | | |
| 3 | | 5,000 | | |
| 4 | | 50,000 | | |
| 5 | | 120,000 | | |
| 6 | | 0,005 | 0,8 | ±0,15 |
| 7 | | 1,000 | | |
| 8 | | 5,000 | | |
| 9 | | 50,000 | | |
| 10 | | 120,000 | | |
| 11 | | 0,005 | 0,5 | ±0,15 |
| 12 | | 1,000 | | |
| 13 | | 5,000 | | |
| 14 | | 50,000 | | |
| 15 | | 120,000 | | |
| 16 | | 0,005 | 0,25 | ±0,15 |
| 17 | | 1,000 | | |
| 18 | | 5,000 | | |
| 19 | | 50,000 | | |
| 20 | | 120,000 | | |

Примечание – Измерения проводить на любом из поверочных мест; на остальных поверочных местах проверить работоспособность при среднеквадратическом значении напряжения переменного тока 230 В, среднеквадратическом значении силы переменного тока 5 А, значении коэффициента $\sin\varphi = 1$ и частоте переменного тока 50 Гц.

3) Зафиксировать измеренные значения реактивной электрической мощности на установке и на Энергомониторе-3.1КМ.

4) Зафиксировать на Энергомониторе-3.1КМ значения относительной основной погрешности измерений реактивной электрической энергии.

5) Рассчитать значения относительной основной погрешности измерений воспроизводимых значений реактивной электрической мощности по формуле (1), приведенной в разделе 11.

10.7 Определение относительной основной погрешности измерений воспроизводимых значений полной электрической мощности

1) Собрать схему, представленную на рисунке 1.

2) С установки воспроизвести испытательные сигналы согласно таблице 9 (при частоте переменного тока 50 Гц).

Таблица 9 – Испытательные сигналы для определения относительной основной погрешности измерений воспроизводимых значений полной электрической мощности

| № п/п | Среднеквадратическое значение напряжения переменного тока, В | Среднеквадратическое значение силы переменного тока, А | Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений полной электрической мощности, % |
|-------|--|--|---|
| 1 | 230 | 0,005 | ±0,10 |
| 2 | | 1,000 | |
| 3 | | 5,000 | |
| 4 | | 50,000 | |
| 5 | | 120,000 | |

Примечание – Измерения проводить на любом из поверочных мест; на остальных поверочных местах проверить работоспособность при среднеквадратическом значении напряжения переменного тока 230 В, среднеквадратическом значении силы переменного тока 5 А и частоте переменного тока 50 Гц.

3) Зафиксировать измеренные значения полной электрической мощности на установке и на Энергомониторе-3.1КМ.

4) Рассчитать значения относительной погрешности измерений воспроизводимых значений реактивной электрической мощности по формуле (1), приведенной в разделе 11.

10.8 Определение абсолютной погрешности измерений отклонения основной частоты напряжения электропитания Δf от номинального значения

1) Собрать схему, представленную на рисунке 1.

2) С установки воспроизвести испытательные сигналы согласно таблице 10 (при среднеквадратическом значении напряжения переменного тока 230 В).

Таблица 10 – Испытательные сигналы для определения абсолютной погрешности измерений отклонения основной частоты напряжения электропитания Δf от номинального значения

| № п/п | Значение отклонения основной частоты напряжения электропитания Δf от номинального значения, Гц | Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений отклонения основной частоты напряжения электропитания Δf от номинального значения, Гц |
|-------|--|--|
| 1 | -7,5 | ±0,005 |
| 2 | 0 | |
| 3 | +7,5 | |

Примечание – Измерения проводить на любом из поверочных мест; на остальных поверочных местах проверить работоспособность при среднеквадратическом значении напряжения переменного тока 230 В и отклонении основной частоты напряжения электропитания Δf от номинального значения равном -7,5 Гц.

3) Зафиксировать измеренные значения отклонения основной частоты напряжения электропитания Δf от номинального значения на установке и на Энергомониторе-3.1КМ.

4) Рассчитать значения абсолютной погрешности измерений отклонения основной частоты напряжения электропитания Δf от номинального значения по формуле (2), приведенной в разделе 11.

10.9 Определение относительной погрешности измерений положительного отклонения напряжения $\delta U_{(+)}$, отрицательного отклонения напряжения $\delta U_{(-)}$

Определение относительной погрешности измерений положительного отклонения напряжения $\delta U_{(+)}$, отрицательного отклонения напряжения $\delta U_{(-)}$ проводить при помощи Энергомонитора-3.1КМ в следующей последовательности:

5) Собрать схему, представленную на рисунке 1.

6) С установки воспроизвести испытательные сигналы согласно таблицам 11-12.

7) Зафиксировать измеренные значения положительного отклонения напряжения $\delta U_{(+)}$, отрицательного отклонение напряжения $\delta U_{(-)}$ на установке и на Энергомониторе-3.1КМ.

8) Рассчитать значения относительной погрешности измерений положительного отклонения напряжения $\delta U_{(+)}$, отрицательного отклонение напряжения $\delta U_{(-)}$ по формуле (1).

Таблица 11 – Испытательные сигналы для определения абсолютной погрешности измерений положительного отклонения напряжения $\delta U_{(+)}$

| Испытательный сигнал | Значение положительного отклонения напряжения $\delta U_{(+)}$, % |
|----------------------|--|
| 1 | 5 |
| 2 | 10 |
| 3 | 20 |

Таблица 12 – Испытательные сигналы для определения абсолютной погрешности измерений отрицательного отклонения напряжения $\delta U_{(-)}$

| Испытательный сигнал | Значение отрицательного отклонения напряжения $\delta U_{(-)}$, % |
|----------------------|--|
| 1 | 5 |
| 2 | 40 |
| 3 | 80 |

10.10 Определение абсолютной погрешности измерений перенапряжения $U_{\text{пер}}$, глубины провала напряжения $\delta U_{\text{п}}$, длительности перенапряжения $\Delta t_{\text{пер}}$, длительности провала напряжения $\Delta t_{\text{п}}$

Определение абсолютной погрешности измерений перенапряжения $U_{\text{пер}}$, глубины провала напряжения $\delta U_{\text{п}}$, длительности перенапряжения $\Delta t_{\text{пер}}$, длительности провала напряжения $\Delta t_{\text{п}}$ проводить при помощи калибратора переменного тока Ресурс-К2М (далее – Ресурс-К2М) в следующей последовательности:

- 1) Собрать схему, представленную на рисунке 2.
- 2) С Ресурс-К2М воспроизвести испытательные сигналы согласно таблицам 13-14.
- 3) Зафиксировать измеренные значения перенапряжения $U_{\text{пер}}$, глубины провала напряжения $\delta U_{\text{п}}$, длительности перенапряжения $\Delta t_{\text{пер}}$, длительности провала напряжения $\Delta t_{\text{п}}$ на установке.

4) Рассчитать значения абсолютной погрешности измерений перенапряжения $\delta U_{\text{пер}}$, глубины провала напряжения $\delta U_{\text{п}}$, длительности перенапряжения $\Delta t_{\text{пер}}$, длительности провала напряжения $\Delta t_{\text{п}}$ по формуле (2), приведенной в разделе 11.

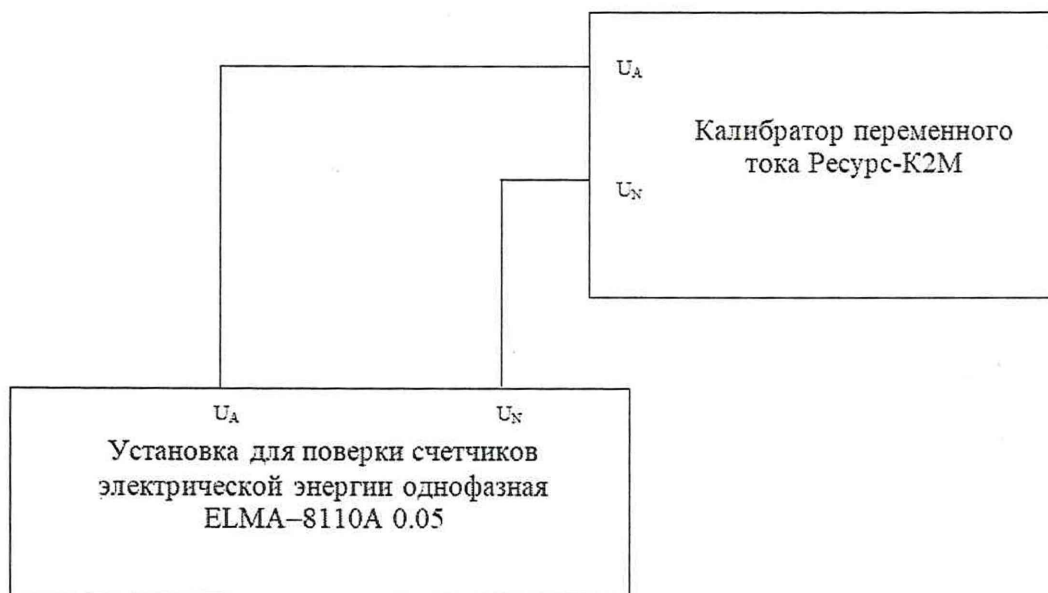


Рисунок 2 – Схема подключения установки к калибратору переменного тока Ресурс-К2М

Таблица 13 – Испытательные сигналы для определения абсолютной погрешности измерений перенапряжения и абсолютной погрешности измерений длительности перенапряжения

| Испытательный сигнал | Характеристика перенапряжения | Значение характеристики перенапряжения |
|----------------------|-------------------------------|--|
| 1 | $\delta U_{пер}, \%$ | 150 |
| | $\Delta t_{перU}, с$ | 60 |
| | Количество | 5 |
| 2 | $\delta U_{пер}, \%$ | 130 |
| | $\Delta t_{перU}, с$ | 30 |
| | Количество | 1 |
| 3 | $\delta U_{пер}, \%$ | 105 |
| | $\Delta t_{перU}, с$ | 0,02 |
| | Количество | 10 |

Таблица 14 – Испытательные сигналы для определения абсолютной погрешности измерений глубины провала напряжения абсолютной погрешности измерений длительности провала напряжения

| Испытательный сигнал | Характеристика провала напряжения | Значение характеристики провала напряжения |
|----------------------|-----------------------------------|--|
| 1 | $\delta U_{п}, \%$ | 11 |
| | $\Delta t_{пU}, с$ | 60 |
| | Количество | 2 |
| 2 | $\delta U_{п}, \%$ | 50 |
| | $\Delta t_{пU}, с$ | 30 |
| | Количество | 10 |
| 3 | $\delta U_{п}, \%$ | 100 |
| | $\Delta t_{пU}, с$ | 0,02 |
| | Количество | 1 |

10.11 Определение абсолютной погрешности измерений коэффициента мощности $\cos\varphi$, коэффициентов $\sin\varphi$ и $\operatorname{tg}\varphi$

1) Собрать схему, представленную на рисунке 1.

2) С установки воспроизвести испытательные сигналы согласно таблицам 15 - 17.

Таблица 15 – Испытательные сигналы для определения абсолютной погрешности измерений коэффициента мощности $\cos\varphi$

| № п/п | Параметры испытательного сигнала | | | Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента мощности $\cos\varphi$ |
|-------|--|--|--|--|
| | Среднеквадратическое значение напряжения переменного тока, В | Среднеквадратическое значение силы переменного тока, А | Значение коэффициента мощности $\cos\varphi$ | |
| 1 | 230 | 5 | -0,5 | ±0,003 |
| 2 | | | -1 | |
| 3 | | | 0,5 | |
| 4 | | | 1 | |

Примечание – Измерения проводить на любом из поверочных мест; на остальных поверочных местах проверить работоспособность при среднеквадратическом значении напряжения переменного тока 230 В, среднеквадратическом значении силы переменного тока 5 А, значении коэффициента мощности $\cos\varphi = 1$ и частоте переменного тока 50 Гц.

Таблица 16 – Испытательные сигналы для определения абсолютной погрешности измерений коэффициента $\sin\varphi$

| № п/п | Параметры испытательного сигнала | | | Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента $\sin\varphi$ |
|-------|--|--|-------------------------------------|---|
| | Среднеквадратическое значение напряжения переменного тока, В | Среднеквадратическое значение силы переменного тока, А | Значение коэффициента $\sin\varphi$ | |
| 1 | 230 | 5 | -0,5 | ±0,003 |
| 2 | | | -1 | |
| 3 | | | 0,5 | |
| 4 | | | 1 | |

Примечание – Измерения проводить на любом из поверочных мест; на остальных поверочных местах проверить работоспособность при среднеквадратическом значении напряжения переменного тока 230 В, среднеквадратическом значении силы переменного тока 5 А, значении коэффициента $\sin\varphi = 1$ и частоте переменного тока 50 Гц.

Таблица 17 – Испытательные сигналы для определения абсолютной погрешности измерений коэффициента $\operatorname{tg}\varphi$

| № п/п | Параметры испытательного сигнала | | | Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента $\operatorname{tg}\varphi$ |
|-------|--|--|--|--|
| | Среднеквадратическое значение напряжения переменного тока, В | Среднеквадратическое значение силы переменного тока, А | Значение коэффициента $\operatorname{tg}\varphi$ | |
| 1 | 230 | 5 | -57,29 | ±0,003 |
| 2 | | | -1 | |
| 3 | | | 1 | |
| 4 | | | 57,29 | |

Примечание – Измерения проводить на любом из поверочных мест; на остальных поверочных местах проверить работоспособность при среднеквадратическом значении напряжения переменного тока 230 В, среднеквадратическом значении силы переменного тока 5 А, значении коэффициента $\text{tg}\varphi = 1$ и частоте переменного тока 50 Гц.

3) Зафиксировать измеренные значения коэффициента мощности $\cos\varphi$, коэффициентов $\sin\varphi$ и $\text{tg}\varphi$ на установке и на Энергомониторе-3.1КМ.

4) Рассчитать значения абсолютной погрешности измерений коэффициента мощности $\cos\varphi$, коэффициентов $\sin\varphi$ и $\text{tg}\varphi$ по формуле (2), приведенной в разделе 11.

10.12 Определение относительной погрешности измерений воспроизведенных значений частоты следования импульсов

1) Собрать схему, представленную на рисунке 3.

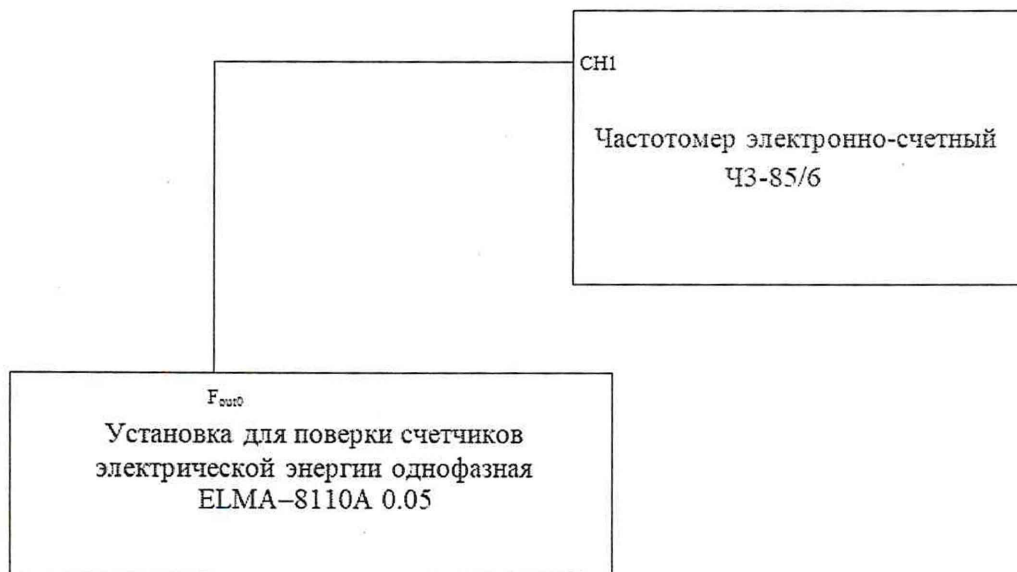


Рисунок 3 – Схема подключения установки к частотомеру электронно-счетному ЧЗ-85/6

2) С установки воспроизвести испытательные сигналы согласно таблице 18.

Таблица 18 – Испытательные сигналы для определения относительной погрешности измерений воспроизведенных значений частоты следования импульсов

| № п/п | Значение частоты следования импульсов, кГц | Пределы допускаемой относительной погрешности измерений воспроизведенных значений частоты следования импульсов |
|-------|--|--|
| 1 | 0,001 | $\pm 0,5 \cdot 10^{-6}$ |
| 2 | 0,100 | |
| 3 | 100,000 | |

3) Зафиксировать измеренные значения частоты следования импульсов на установке и на частотомере.

4) Рассчитать значения относительной погрешности измерений воспроизведенных значений частоты следования импульсов по формуле (1), приведенной в разделе 11.

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Формулы, используемые при расчетах:

$$\delta X = \frac{X_{\text{изм}} - X_{\text{эт}}}{X_{\text{эт}}} \cdot 100, \quad (1)$$

где $X_{\text{изм}}$ – значение воспроизводимой/измеряемой величины, считанное с установки;
 $X_{\text{эт}}$ – значение воспроизводимой/измеряемой величины по показаниям эталонного средства измерения.

$$\Delta X = X_{\text{изм}} - X_{\text{эт}}, \quad (2)$$

где $X_{\text{изм}}$ – значение воспроизводимой/измеряемой величины, считанное с установки;
 $X_{\text{эт}}$ – значение воспроизводимой/измеряемой величины по показаниям эталонного средства измерения.

Метрологические характеристики установки должны соответствовать обязательным требованиям, предъявляемым к рабочим эталонам 2-го разряда согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Росстандарта от 23.07.2021 г. № 1436 (по Приложениям А, Б, В).

Установка подтверждает соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, если значения погрешностей не превышают пределов, указанных в таблице А.1 Приложения А.

При невыполнении любого из вышеперечисленных условий (когда установка не подтверждает соответствие метрологическим требованиям), поверку установки прекращают, результаты поверки признают отрицательными.

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Результаты поверки установки подтверждаются сведениями, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком, установленным действующим законодательством.

12.2 Для установок, применяемых в качестве эталонов, результаты поверки должны быть оформлены с подтверждением соответствия установок обязательным требованиям к эталонам.

12.3 По заявлению владельца установки или лица, представившего его на поверку, положительные результаты поверки (когда установка подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют свидетельством о поверке по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством. При оформлении свидетельства о поверке и передаче сведений в информационный фонд по обеспечению единства измерений указывают, что установка соответствует рабочему эталону 2-го разряда согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Росстандарта от 23.07.2021 г. № 1436 (по Приложениям А, Б, В).

12.4 По заявлению владельца установки или лица, представившего его на поверку, отрицательные результаты поверки (когда установка не подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют извещением о непригодности к применению средства измерений по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством.

12.5 Протоколы поверки установки оформляются по произвольной форме.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Основные метрологические характеристики установок

Таблица А.1 – Метрологические характеристики

| Наименование характеристики | Значение |
|---|---|
| Диапазон измерений воспроизводимых среднеквадратичных значений напряжения переменного тока основной гармоники, U, В | от 30 до 300 |
| Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений воспроизводимых среднеквадратичных значений напряжения переменного тока основной гармоники при частоте от 40 до 70 Гц, % | $\pm 0,02$ |
| Диапазон измерений воспроизводимых среднеквадратичных значений силы переменного тока основной гармоники, I, А | от 0,005 до 120,000 |
| Пределы допускаемых основных погрешностей измерений воспроизводимых среднеквадратичных значений силы переменного тока основной гармоники при частоте от 40 до 70 Гц: – приведенной (к верхнему пределу диапазона измерений), для диапазона измерений от 0,005 до 0,030 А включ., % – относительной, для диапазона измерений св. 0,03 до 120,00 А, % | $\pm 0,05$ $\pm 0,05$ |
| Диапазон измерений воспроизводимых значений угла сдвига фаз между основными гармониками напряжения и тока, φ , ° | от 0 до 360 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений воспроизводимых значений угла сдвига фаз между основными гармониками напряжения и тока, ° | $\pm 0,03$ |
| Диапазон измерений воспроизводимых значений частоты переменного тока, Гц | от 40 до 70 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений воспроизводимых значений частоты переменного тока, Гц | $\pm 0,005$ |
| Диапазоны измерений воспроизводимых значений электрической мощности переменного тока: – активной, Вт – реактивной, вар – полной, В·А | U, В: от 30 до 300 I, А: от 0,005 до 120,000 φ , °: от 0 до 360 U, В: от 30 до 300 I, А: от 0,005 до 120,000 φ , °: от 0 до 360 U, В: от 30 до 300 I, А: от 0,005 до 120,000 |
| Диапазоны измерений воспроизводимых значений электрической энергии переменного тока: – активной, Вт·ч – реактивной, вар·ч | U, В: от 30 до 300 I, А: от 0,005 до 120,000 φ , °: от 0 до 360 U, В: от 30 до 300 I, А: от 0,005 до 120,000 φ , °: от 0 до 360 |

| Наименование характеристики | Значение |
|--|--|
| Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений воспроизводимых значений полной электрической мощности переменного тока, % | $\pm 0,1$ |
| Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений воспроизводимых значений активной электрической энергии и активной электрической мощности в диапазоне напряжений от 30 до 300 В, %: - при $0,9 \leq \cos\varphi \leq 1,0$ в диапазоне тока от 0,005 до 120,000 А - при $0,5 \leq \cos\varphi < 0,9$ в диапазоне тока св. 0,1 до 120,0 А включ. в диапазоне тока от 0,005 до 0,100 А включ. - при $0,25 \leq \cos\varphi < 0,5$ в диапазоне тока от 0,005 до 120,0 А включ. | $\pm 0,05$ $\pm 0,08$ $\pm 0,10$ $\pm 0,10$ |
| Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений воспроизводимых значений реактивной электрической энергии и реактивной электрической мощности в диапазоне напряжений от 30 до 300 В, %: - при $0,9 \leq \sin\varphi \leq 1,0$ в диапазоне тока от 0,005 до 120,000 А - при $0,25 \leq \sin\varphi < 0,9$ в диапазоне тока от 0,005 до 120,000 А | $\pm 0,10$ $\pm 0,15$ |
| Диапазон измерений воспроизведенных значений частоты следования импульсов, кГц | от 0,001 до 100,000 |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений воспроизведенных значений частоты следования импульсов | $\pm 0,5 \cdot 10^{-6}$ |
| Пределы допускаемой относительной дополнительной погрешности измерений воспроизводимых значений напряжения переменного тока основной гармоники, силы переменного тока основной гармоники, активной, реактивной и полной электрической мощности переменного тока, активной и реактивной электрической энергии переменного тока (при прямом и обратном направлениях) при изменении напряжения питания переменного тока в пределах $\pm 10\%$ от номинального, % | $\pm 0,002$ |

Таблица А.2 – Метрологические характеристики при измерении ПКЭ

| Наименование характеристики | Диапазон измерений | Пределы допускаемой абсолютной (Δ), относительной (δ) погрешности измерений |
|---|--------------------|---|
| Параметры измерения отклонения частоты | | |
| Отклонение основной частоты напряжения электропитания Δf от номинального значения, Гц | от -7,5 до +7,5 | $\pm 0,005$ Гц (Δ) |
| Параметры измерения отклонения напряжения | | |
| Положительное отклонение напряжения $\delta U_{(+)}$, % | от 0,1 до 20,0 | $\pm 0,03\%$ (δ) |

| Наименование характеристики | Диапазон измерений | Пределы допускаемой абсолютной (Δ), относительной (δ) погрешности измерений |
|--|----------------------------------|---|
| Отрицательное отклонение напряжения $\delta U_{(-)}$, % | от 0,1 до 80,0 | $\pm 0,03$ % (δ) |
| Параметры измерения провалов напряжения, перенапряжений | | |
| Глубина провала напряжения $\delta U_{п}$, % | от 10 до 100 | $\pm 0,2$ % (Δ) |
| Длительность провала напряжения $\Delta t_{п}$, с | от 0,02 до 60,00 | $\pm 0,01$ с (Δ) |
| Перенапряжение $\delta U_{пер}$, % | от 100 до 150 | $\pm 0,2$ % (Δ) |
| Длительность перенапряжения $\Delta t_{пер}$, с | от 0,02 до 60,00 | $\pm 0,01$ с (Δ) |
| Параметры измерения коэффициентов мощности | | |
| Коэффициент мощности $\cos\varphi$ | от -0,5 до -1,0 от 0,5 до 1,0 | $\pm 0,003$ (Δ) |
| Коэффициент $\sin\varphi$ | от -0,5 до -1,0 от 0,5 до 1,0 | $\pm 0,003$ (Δ) |
| Коэффициент $\operatorname{tg}\varphi$ | от -57,29 до +57,29 | $\pm 0,003$ (Δ) |