



## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика распространяется на приборы многоточечного мониторинга электроэнергии КСМ, изготавливаемые Обществом с ограниченной ответственностью «Комплект-Сервис», (ООО «К-С») г. Москва, и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

Приборы многоточечного мониторинга электроэнергии КСМ (далее по тексту – приборы) предназначены для измерений электрических параметров в сетях переменного и постоянного тока (в зависимости от модификации) с отображением результатов измерений в цифровой форме, передачи результатов измерений по цифровым интерфейсам связи, телесигнализации и телеуправления.

При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемость приборов многоточечного мониторинга электроэнергии КСМ к государственному первичному эталону ГЭТ 89-2008 по Приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 августа 2023 г. № 1706 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне от  $1 \cdot 10^{-1}$  до  $2 \cdot 10^9$  Гц»; ГЭТ 13-2023 по Приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 июля 2023 г. № 1520 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы»; ГЭТ 88-2014 по Приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 марта 2022 г. № 668 «Об утверждении государственной поверочной схемы 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»; ГЭТ 4-91 по Приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01 октября 2018 г. № 2091 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от  $1 \cdot 10^{-16}$  до 100 А»; ГЭТ 153-2019 по Приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23 июля 2021 г. № 1436 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений электроэнергетических величин в диапазоне частот от 1 до 2500 Гц».

Поверка приборов многоточечного мониторинга электроэнергии КСМ должна проводиться в соответствии с требованиями настоящей методики поверки.

Допускается проведение е периодической поверки для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений в соответствии с заявлением владельца средства измерений, с обязательным указанием в сведениях о поверке информации об объеме проведенной поверки.

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

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в пункте 10.1 настоящей методики.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При поверке выполняются операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций 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	Да	Да	8.1

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Опробование	Да	Да	8.2
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Нет	9
Определение метрологических характеристик средства измерений	Да	Да	10
Определение основной приведенной погрешности измерений среднеквадратичного значения напряжения переменного тока (фазного/линейного) и напряжения постоянного тока <sup>1)</sup>	Да	Да	10.2
Определение основной приведенной погрешности измерений среднеквадратичного значения силы переменного тока (фазного) и силы постоянного тока <sup>1)</sup>	Да	Да	10.3
Определение основной абсолютной погрешности измерений частоты	Да	Да	10.4
Определение основной приведенной погрешности измерений электрической мощности <sup>1)</sup>	Да	Да	10.5
Определение основной приведенной погрешности измерений коэффициента мощности	Да	Да	10.6
Определение основной относительной погрешности измерений электрической энергии <sup>1)</sup>	Да	Да	10.7
Определение основной абсолютной (относительной) погрешности измерений коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения и силы тока	Да	Да	10.8
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11
Примечание – <sup>1)</sup> определение погрешности измерений для напряжения, силы тока, мощности и электрической энергии постоянного тока проводить только для модификации КСМ-М2			

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от +10 °С до +30 °С;
- относительная влажность от 30 % до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа или от 630 до 795 мм рт. ст.

#### 4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику, эксплуатационную документацию на поверяемые средства измерений 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 3 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
<b>Основные средства поверки</b>		
п. 10.2 Определение основной приведенной погрешности измерений среднеквадратичного значения напряжения переменного тока (фазного/линейного) и напряжения постоянного тока	Эталоны единицы напряжения переменного тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3-го разряда по Приказу Росстандарта от 18.08.2023 г. № 1706. Эталоны единицы напряжения постоянного тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3-го разряда по Приказу Росстандарта от 28.06.2023 г. № 1520	Установки поверочные универсальные «УППУ-МЭ», рег. № 57346-14.  Калибраторы программируемые П320, рег. № 7493-79. Калибраторы универсальные 9100, 9100Е, модификация 9100, рег. № 25985-09
п. 10.3 Определение основной приведенной погрешности измерений среднеквадратичного значения силы переменного тока (фазного) и силы постоянного тока	Эталоны единицы силы переменного тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда по Приказу Росстандарта от 17.03.2022 г. № 668. Эталоны единицы напряжения постоянного тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3-го разряда по Приказу Росстандарта от 28.06.2023 г. № 1520	Установки поверочные универсальные «УППУ-МЭ», рег. № 57346-14. Катушки токовые калиброванные КТ-3-20, КТ-1-300. Калибраторы универсальные 9100, 9100Е, модификация 9100, рег. № 25985-09. Калибраторы программируемые П320, рег. № 7493-79
п. 10.4 Определение основной абсолютной погрешности измерений частоты	Эталоны единицы частоты, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда по Приказу Росстандарта от 23.07.2021 г. № 1436	Установки поверочные универсальные «УППУ-МЭ», рег. № 57346-14. Катушки токовые калиброванные КТ-3-20, КТ-1-300
п. 10.5 Определение основной приведенной погрешности измерений электрической мощности	Эталоны единицы электрической мощности, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда по Приказу Росстандарта от 23.07.2021 г. № 1436.	Установки поверочные универсальные «УППУ-МЭ», рег. № 57346-14. Катушки токовые калиброванные КТ-3-20, КТ-1-300.

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	Эталоны единицы напряжения постоянного тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3-го разряда по Приказу Росстандарта от 28.06.2023 г. № 1520	Калибраторы универсальные 9100, 9100E, модификация 9100, рег. № 25985-09. Калибраторы программируемые П320, рег. № 7493-79
п. 10.6 Определение основной приведенной погрешности измерений коэффициента мощности	Эталоны единицы коэффициента мощности, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда по Приказу Росстандарта от 23.07.2021 г. № 1436	Установки поверочные универсальные «УППУ-МЭ», рег. № 57346-14. Катушки токовые калиброванные КТ-3-20, КТ-1-300
п. 10.7 Определение основной относительной погрешности измерений электрической энергии	Эталоны единицы электрической энергии, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда по Приказу Росстандарта от 23.07.2021 г. № 1436. Эталоны единицы напряжения постоянного тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3-го разряда по Приказу Росстандарта от 28.06.2023 г. № 1520	Установки поверочные универсальные «УППУ-МЭ», рег. № 57346-14. Катушки токовые калиброванные КТ-3-20, КТ-1-300. Калибраторы универсальные 9100, 9100E, модификация 9100, рег. № 25985-09. Калибраторы программируемые П320, рег. № 7493-79. Секундомеры электронные «СЧЕТ-2», рег. № 70387-18
п. 10.8 Определение основной абсолютной (относительной) погрешности измерений коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения и силы тока	Эталоны единицы коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения и силы тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда по Приказу Росстандарта от 23.07.2021 г. № 1436	Установки поверочные универсальные «УППУ-МЭ», рег. № 57346-14. Катушки токовые калиброванные КТ-3-20, КТ-1-300
<b>Вспомогательные средства поверки</b>		
п.п. 10.2 – 10.8 Для обеспечения отображения результатов измерений модификации КСМ-МЗ	Интерфейс USB	Преобразователь интерфейса RS-485/USB. Персональный компьютер (далее по тексту – ПК) с интерфейсом USB
п.п. 8.1, 8.2, р. 10 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средство измерений температуры окружающего воздуха в диапазоне от +10 °С до +30 °С с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений не более ±1 °С	Термометры ртутные стеклянные лабораторные ТЛ-4, рег. № 303-91
	Средство измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до	Психрометры аспирационные МВ-4-2М, М-34-М, модификация

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	80 % с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений не более $\pm 6$ %	М-34-М, рег. № 10069-11
	Средство измерений атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106 кПа с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений не более $\pm 0,5$ кПа	Барометры-анероиды метрологические БАММ-1, рег. № 5738-76
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		

## 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 приборы и применяемые средства поверки.

## 7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие поверяемого прибора следующим требованиям:

1. Комплектность должна соответствовать руководству по эксплуатации.
2. Внешний вид должен соответствовать описанию и изображениям, приведенным в описании типа.
3. Все органы управления и коммутации должны действовать плавно и обеспечивать надежность фиксации во всех позициях.
4. Не должно быть механических повреждений корпуса, лицевой панели, органов управления. Незакрепленные или отсоединенные части прибора должны отсутствовать. Внутри корпуса не должно быть посторонних предметов. Все надписи на панелях должны быть четкими и ясными.
5. Все разъемы, клеммы и измерительные провода не должны иметь повреждений и должны быть чистыми.

При наличии дефектов поверяемый прибор бракуется и направляется в ремонт.

## 8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Контроль условий поверки

Перед поверкой должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

1. Средства измерений, используемые при поверке, должны быть поверены и подготовлены к работе согласно их руководствам по эксплуатации.
2. Поверяемое средство измерений должно быть подготовлено и опробовано в соответствии с руководством по эксплуатации.

3. Проведен контроль условий поверки на соответствие требованиям, указанным в разделе 3 с помощью оборудования, указанного в таблице 3.

## 8.2 Опробование средства измерений

### 8.2.1 Опробование приборов КСМ-М1

Включить питание прибора.

Проверить работоспособность индикатора и кнопок прибора. Отображаемые на индикаторе прибора данные при нажатии кнопок должны соответствовать опциям меню прибора.

Провести проверку отображения измеряемых величин на индикаторе прибора в следующем порядке:

- считать в меню прибора значения напряжения и тока первичной цепи, тип схемы подключения.

- выключить питание прибора.

- подключить прибор к источнику входного сигнала в соответствии с установленной схемой подключения.

- включить питание прибора.

- подать на измерительные входы прибора напряжения и ток номинальной величины (номинальное значение напряжения и силы тока на входах прибора указаны на табличке технических данных прибора и в паспорте) частотой 50 Гц, угол  $\varphi$  между напряжением и током выбрать равным  $0^\circ$ .

- считать с индикатора измеренные величины из числа указанных в таблице 4.

- убедиться, что результаты измерений соответствуют значениям, указанным в таблице 4.

При неверном функционировании прибор бракуется и направляется в ремонт.

Таблица 4 – Значения измеряемых величин

Линейное напряжение, В	Фазный ток, А	Коэффициент мощности	Частота, Гц
Напряжение первичной цепи	Ток первичной цепи	1	50

### 8.2.2 Опробование приборов КСМ-М2

Включить питание прибора.

Проверить работоспособность индикатора и кнопок прибора. Отображаемые на индикаторе прибора данные при нажатии кнопок должны соответствовать опциям меню прибора.

Провести проверку отображения измеряемых величин на индикаторе прибора в следующем порядке:

- считать в меню прибора значения напряжения и тока первичной цепи.

- выключить питание прибора.

- подключить прибор к источнику входного сигнала в соответствии с установленной схемой подключения.

- включить питание прибора.

- подать на измерительные входы прибора напряжение и ток номинальной величины (номинальное значение напряжения и силы тока на входах прибора указаны на табличке технических данных прибора и в паспорте, ток имитируется подачей напряжения постоянного тока до 75 мВ).

- считать с индикатора измеренные величины.

- убедиться, что результаты измерений соответствуют значениям напряжения и тока первичной цепи.

При неверном функционировании прибор бракуется и направляется в ремонт.

### 8.2.3 Опробование приборов КСМ-М3

Установить на ПК программу «КСМ».

Подсоединить порт прибора RS-485 к ПК через преобразователь интерфейса RS-485/USB.

Включить питание прибора.

Установить связь прибора с программой.

Провести проверку отображения измеряемых величин в меню программы «КСМ» в следующем порядке:

- считать в меню прибора значения напряжения и тока первичной цепи, тип схемы подключения.

- выключить питание прибора.

- подключить прибор в соответствии с установленной схемой подключения.

- включить питание прибора.

- подать на измерительные входы прибора напряжения и ток номинальной величины (номинальное значение напряжения и силы тока на входах прибора указаны на табличке технических данных прибора и в паспорте) частотой 50 Гц, угол  $\phi$  между напряжением и током выбрать равным  $0^\circ$ .

- считать значения измеренных величин из числа указанных в таблице 4.

- убедиться, что результаты измерений соответствуют значениям, указанным в таблице 4.

При неверном функционировании прибор бракуется и направляется в ремонт.

## 9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Проверку программного обеспечения (ПО) средства измерений проводить в следующем порядке: зафиксировать номер версии ПО, приведенный на табличке технических данных прибора и в его паспорте. Номера версий ПО должны совпадать и соответствовать требованиям таблицы 5.

Таблица 5 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение для модификаций			
	КСМ-М1-1	КСМ-М1-2	КСМ-М2	КСМ-М3
Идентификационное наименование ПО	–	–	–	–
Номер версии (идентификационный номер ПО)	20XX	21XX	11XX	20XX
Цифровой идентификатор ПО	–	–	–	–
Примечание – XX - номер версии метрологически незначимой части встроенного ПО, «X» может принимать целые значения в диапазоне от 0 до 9				

При невыполнении этих требований поверка прекращается и преобразователь бракуется.

## 10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### 10.1 Метрологические характеристики, подлежащие определению

Таблица 6 – Номинальные значения измеряемых входных сигналов для приборов КСМ-М1 и КСМ-М3

Наименование характеристики	Значение
Номинальное напряжение переменного тока ( $U_n$ ), В:	
– фазное ( $U_{нф}$ )	100/ $\sqrt{3}$ ; 380/ $\sqrt{3}$
– линейное (междуфазное) ( $U_{нл}$ )	100; 380

Наименование характеристики	Значение
Номинальная сила переменного тока ( $I_n$ ), А: - для прямого включения - для включения через датчики тока ВСТ, SCT - для включения через датчики тока FCT	5 5; 50; 100; 200; 400; 600 600; 1000; 2000; 3000
Частота переменного тока ( $f_n$ ), Гц	50
Коэффициент мощности ( $\cos \varphi_n$ )	1
Активная (реактивная, полная) мощность по фазе, Вт (вар, В·А)	$U_{нф} \cdot I_n$
Суммарная активная (реактивная, полная) мощность, Вт (вар, В·А)	$\sqrt{3} \cdot U_{нл} \cdot I_n$ ( $3 \cdot U_{нф} \cdot I_n$ )

Таблица 7 – Номинальные значения измеряемых входных сигналов для приборов КСМ-М2

Наименование характеристики	Значение
Номинальное напряжение постоянного тока ( $U_n$ ), В	1000
Номинальное напряжение постоянного тока по цепи тока при использовании внешнего взаимозаменяемого шунта с номинальными значениями силы постоянного тока ( $I_n$ ) в диапазоне от 1 до 15 000 А <sup>1)</sup> , мВ	75
Номинальная мощность постоянного тока ( $P_n$ ), Вт	$U_n \cdot I_n$
Примечание – <sup>1)</sup> номинальная сила постоянного тока шунта устанавливается в меню прибора	

Таблица 8 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности <sup>1)</sup>
Среднеквадратичное значение напряжения, В	от $0,2 \cdot U_n$ до $1,2 \cdot U_n$	$\gamma = \pm 0,5 \%$
Напряжение постоянного тока, В <sup>2)</sup>	от $\pm 0,015 \cdot U_n$ до $\pm 1,0 U_n$	$\gamma = \pm 0,5 \%$
Среднеквадратичное значение силы тока, А: - для прямого включения - для датчиков тока ВСТ - для датчиков тока SCT; FCT	от $0,02 \cdot I_n$ до $1,2 \cdot I_n$	$\gamma = \pm 0,5 \%$ $\gamma = \pm 0,5 \%$ $\gamma = \pm 1,0 \%$
Сила постоянного тока, А <sup>2)</sup>	от $\pm 0,01 \cdot I_n$ до $\pm 1,0 I_n$	$\gamma = \pm 0,5 \%$
Частота (f), Гц	от 45 до 55	$\Delta = \pm 0,01$
Активная фазная мощность, Вт	от $0,8 \cdot U_n$ до $1,2 \cdot U_n$ от $0,02 \cdot I_n$ до $1,2 \cdot I_n$	$\gamma = \pm 0,5 \%$ $\gamma = \pm 1,0 \%$ <sup>3)</sup>
Суммарная активная мощность, Вт	$\cos \varphi = 1$	
Реактивная фазная мощность, вар	от $0,8 \cdot U_n$ до $1,2 \cdot U_n$ от $0,02 \cdot I_n$ до $1,2 \cdot I_n$	$\gamma = \pm 0,5 \%$ $\gamma = \pm 1,0 \%$ <sup>3)</sup>
Суммарная реактивная мощность, вар	$\sin \varphi = 1$	
Полная фазная мощность, В·А	от $0,8 \cdot U_n$ до $1,2 \cdot U_n$ от $0,02 \cdot I_n$ до $1,2 \cdot I_n$	$\gamma = \pm 0,5 \%$ $\gamma = \pm 1,0 \%$ <sup>3)</sup>
Суммарная полная мощность, В·А		
Коэффициент мощности ( $\cos \varphi$ ) фазный, суммарный	от -0,1 до +1; от +0,1 до +1 от $0,8 \cdot U_n$ до $1,2 \cdot U_n$ от $0,2 \cdot I_n$ до $1,2 \cdot I_n$	$\gamma = \pm 0,5 \%$ $\gamma = \pm 1,0 \%$ <sup>3)</sup>
Мощность постоянного тока, Вт <sup>2)</sup>	от $\pm 0,015 \cdot U_n$ до $\pm 1,0 U_n$ от $\pm 0,01 \cdot I_n$ до $\pm 1,0 I_n$	$\gamma = \pm 0,5 \%$
Электрическая энергия в обоих направлениях активная (EP, EP-), Вт·ч <sup>4)</sup>	от $0,8 \cdot U_n$ до $1,2 \cdot U_n$ от $0,01 \cdot I_n$ до $0,05 \cdot I_n$ не включ. $\cos \varphi = 1$	$\delta = \pm 1,0 \%$

Наименование характеристики	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности <sup>1)</sup>
Электрическая энергия в обоих направлениях активная (EP, EP-), Вт·ч <sup>4)</sup>	от $0,8 \cdot U_H$ до $1,2 \cdot U_H$ от $0,05 \cdot I_H$ до $1,2 \cdot I_H$ $\cos \varphi = 1$	$\delta = \pm 0,5 \%$
	от $0,8 \cdot U_H$ до $1,2 \cdot U_H$ от $0,02 \cdot I_H$ до $0,1 \cdot I_H$ не включ. $\cos \varphi = 0,5$ (инд.); $\cos \varphi = 0,8$ (емк.)	$\delta = \pm 1,0 \%$
	от $0,8 \cdot U_H$ до $1,2 \cdot U_H$ от $0,1 \cdot I_H$ до $1,2 \cdot I_H$ $\cos \varphi = 0,5$ (инд.); $\cos \varphi = 0,8$ (емк.)	$\delta = \pm 0,6 \%$
Электрическая энергия в обоих направлениях активная (EP, EP-), Вт·ч <sup>3)</sup>	от $0,8 \cdot U_H$ до $1,2 \cdot U_H$ от $0,05 \cdot I_H$ до $0,1 \cdot I_H$ не включ. $\cos \varphi = 1$	$\delta = \pm 1,5 \%$
	от $0,8 \cdot U_H$ до $1,2 \cdot U_H$ от $0,1 \cdot I_H$ до $1,2 \cdot I_H$ $\cos \varphi = 1$	$\delta = \pm 1,0 \%$
	от $0,8 \cdot U_H$ до $1,2 \cdot U_H$ от $0,1 \cdot I_H$ до $0,2 \cdot I_H$ не включ. $\cos \varphi = 0,5$ (инд.); $\cos \varphi = 0,8$ (емк.)	$\delta = \pm 1,5 \%$
	от $0,8 \cdot U_H$ до $1,2 \cdot U_H$ от $0,2 \cdot I_H$ до $1,2 \cdot I_H$ $\cos \varphi = 0,5$ (инд.); $\cos \varphi = 0,8$ (емк.)	$\delta = \pm 1,0 \%$
Электрическая энергия постоянного тока в обоих направлениях активная (EP, EP-), Вт·ч <sup>2)</sup>	от $\pm 0,015 \cdot U_H$ до $\pm 1,0 \cdot U_H$ от $\pm 0,01 \cdot I_H$ до $\pm 1,0 \cdot I_H$	$\delta = \pm 1,0 \%$
Энергия в обоих направлениях реактивная (EQ, EQ-), вар·ч	от $0,8 \cdot U_H$ до $1,2 \cdot U_H$ от $0,02 \cdot I_H$ до $0,05 \cdot I_H$ не включ. $\sin \varphi = 1$	$\delta = \pm 1,5 \%$
	от $0,8 \cdot U_H$ до $1,2 \cdot U_H$ от $0,05 \cdot I_H$ до $1,2 \cdot I_H$ $\sin \varphi = 1$	$\delta = \pm 1,0 \%$
	от $0,8 \cdot U_H$ до $1,2 \cdot U_H$ от $0,05 \cdot I_H$ до $0,1 \cdot I_H$ не включ. $\sin \varphi = 0,5$	$\delta = \pm 1,5 \%$
	от $0,8 \cdot U_H$ до $1,2 \cdot U_H$ от $0,1 \cdot I_H$ до $1,2 \cdot I_H$ $\sin \varphi = 0,5$	$\delta = \pm 1,0 \%$
	от $0,8 \cdot U_H$ до $1,2 \cdot U_H$ от $0,1 \cdot I_H$ до $1,2 \cdot I_H$ $\sin \varphi = 0,25$	$\delta = \pm 1,5 \%$

Наименование характеристики	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности <sup>1)</sup>
Коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения ( $K_U$ ), %	$0,1 \% \leq K_U < 1 \%$ $1 \% \leq K_U < 30 \%$	$\Delta = \pm 0,1$ $\delta = \pm 10,0 \%$
Коэффициент искажения синусоидальности кривой силы тока ( $K_I$ ), %	$0,1 \% \leq K_I < 3 \%$ $3 \% \leq K_I < 60 \%$	$\Delta = \pm 0,15$ $\delta = \pm 5,0 \%$
<p>Примечания:</p> <p>Нормирующее значение при установлении приведенной погрешности принимается равным номинальному значению входного сигнала.</p> <p><sup>1)</sup> Обозначение погрешностей: <math>\Delta</math> – абсолютная; <math>\delta</math>, % – относительная; <math>\gamma</math>, % – приведенная.</p> <p><sup>2)</sup> Для модификации КСМ-М2.</p> <p><sup>3)</sup> В случае использования датчиков тока SCT и FCT.</p> <p><sup>4)</sup> В случае использования датчиков тока ВСТ и прямого включения</p>		

10.2 Определение основной приведенной погрешности измерений среднеквадратичного значения напряжения переменного тока (фазного/линейного) и напряжения постоянного тока

10.2.1 Определение основной приведенной погрешности измерений среднеквадратичного значения напряжения переменного тока (фазного/линейного)

Определение погрешности проводить в следующей последовательности:

1. Собрать схему измерений согласно рисунку А.1 Приложения А для приборов КСМ прямого включения или схему измерений согласно рисунку А.2 для приборов КСМ с датчиками тока.
2. Провести измерения напряжения переменного тока частоты 50 Гц в пяти точках, равномерно распределенных по диапазону измерений прибора, включая крайние.
3. За результат измерений принимать показания дисплея поверяемого прибора (для КСМ-М1) или значение сигнала, переданное на ПК по интерфейсу (для КСМ-М3).
4. Рассчитать погрешность измерений по формуле (6).

10.2.2 Определение основной приведенной погрешности измерений напряжения постоянного тока

Определение погрешности проводить в следующей последовательности:

1. Собрать схему измерений согласно рисунку А.3 Приложения А.
2. Провести измерения напряжения постоянного тока калибратора программируемого ПЗ20 в пяти точках, равномерно распределенных по диапазону измерений прибора, включая крайние. Измерения проводить для обеих полярностей напряжения.
3. За результат измерений принимать показания дисплея поверяемого прибора.
4. Рассчитать погрешность измерений по формуле (6).

10.3 Определение основной приведенной погрешности измерений среднеквадратичного значения силы переменного тока (фазного) и силы постоянного тока

10.3.1 Определение основной приведенной погрешности измерений среднеквадратичного значения силы переменного тока (фазного) для приборов прямого включения

Определение погрешности проводить в следующей последовательности:

1. Собрать схему измерений согласно рисунку А.1 Приложения А.
2. Провести измерения силы переменного тока частоты 50 Гц в пяти точках, равномерно распределенных по диапазону измерений поверяемого прибора, включая крайние.
3. За результат измерений принимать показания дисплея поверяемого прибора.
4. Рассчитать погрешность измерений по формуле (6).

10.3.2 Определение основной приведенной погрешности измерений среднеквадратичного значения силы переменного тока (фазного) для приборов с датчиками тока

При определении погрешности в качестве источника силы переменного тока используется комбинация из установки поверочной универсальной «УППУ-МЭ» и катушки токовой калиброванной КТ-3-20 (до 200 А. N=20 витков) или КТ-1-300 (св. 200 до 3000 А. N=300 витков). Для неразъемных датчиков тока на них наматываются витки провода сечением 1 мм<sup>2</sup>. При этом прибор КСМ будет показывать силу тока в N раз больше, чем установлено на источнике тока и подается на токовую катушку или на намотанные витки провода.

Определение погрешности проводить в следующей последовательности:

1. Собрать схему измерений согласно рисунку А.2 Приложения А.
2. Провести измерения силы переменного тока частоты 50 Гц в пяти точках, равномерно распределенных по диапазону измерений прибора, включая крайние.
3. За результат измерений принимать показания дисплея поверяемого прибора (для КСМ-М1) или значение сигнала, переданное на ПК по интерфейсу (для КСМ-М3).
4. Рассчитать погрешность измерений по формуле (6). За показания эталонного прибора  $X_0$  принимается значение, определенное по формуле:

$$X_0 = I_{\Sigma} \cdot N; \quad (1)$$

где:  $I_{\Sigma}$  – величина силы тока, измеренная прибором «Энергомонитор-3.1КМ», А;  
N – количество витков катушки токовой калиброванной КТ-3-20 (20), или КТ-1-300 (300), или количество витков намотанного провода.

10.3.3 Определение основной приведенной погрешности измерений силы постоянного тока

Определение погрешности проводить в следующей последовательности:

1. Собрать схему измерений согласно рисунку А.3 Приложения А.
2. Провести измерения силы постоянного тока (напряжение постоянного тока калибратора универсального 9100) в пяти точках, равномерно распределенных по диапазону измерений прибора, включая крайние. В качестве номинального значения силы тока принимать значение первичного тока, считанное из меню поверяемого прибора. Измерения проводить для обеих полярностей силы тока.
3. За результат измерений принимать показания дисплея поверяемого прибора.
4. Рассчитать погрешность измерений по формуле (6).

10.4 Определение основной абсолютной погрешности измерений частоты

Определение погрешности проводить в следующей последовательности:

1. Собрать схему измерений согласно рисунку А.1 Приложения А для приборов прямого включения или схему измерений согласно рисунку А.2 для приборов с датчиками тока.
2. Провести измерения частоты номинального напряжения переменного тока в точках 45, 50, 55 Гц.
3. За результат измерений принимать показания дисплея поверяемого прибора (для КСМ-М1) или значение сигнала, переданное на ПК по интерфейсу (для КСМ-М3).
4. Рассчитать погрешность измерений по формуле (4).

10.5 Определение основной приведенной погрешности измерений электрической мощности

10.5.1 Определение основной приведенной погрешности измерений активной, реактивной, полной мощности

Определение погрешности проводить в следующей последовательности:

1. Собрать схему измерений согласно рисунку А.1 Приложения А для приборов прямого включения или схему измерений согласно рисунку А.2 для приборов с датчиками тока.
2. Провести измерения электрической мощности для сигналов, представленных в таблицах 9 – 11 при номинальном напряжении, номинальной частоте 50 Гц.
3. За результат измерений принимать показания дисплея поверяемого прибора (для КСМ-М1) или значение сигнала, переданное на ПК по интерфейсу (для КСМ-М3).
4. Рассчитать погрешность измерений по формуле (6).

Таблица 9 – Сигналы для определения основной приведенной погрешности измерений активной фазной и суммарной электрической мощности

№ п/п	Среднеквадратичное значение силы переменного тока, А	Коэффициент активной мощности, $\cos \varphi$
1	$0,02 \cdot I_{\text{НОМ}}$	1,0
2	$I_{\text{НОМ}}$	
3	$1,2 \cdot I_{\text{НОМ}}^{1)}$	
Примечание: <sup>1)</sup> – для датчиков тока с номинальной силой переменного тока 3000 А поверку проводить до отметки $I_{\text{НОМ}}$		

Таблица 10 – Сигналы для определения основной приведенной погрешности измерений реактивной фазной и суммарной электрической мощности

№ п/п	Среднеквадратичное значение силы переменного тока, А	Коэффициент реактивной мощности, $\sin \varphi$
1	$0,02 \cdot I_{\text{НОМ}}$	1,0
2	$I_{\text{НОМ}}$	
3	$1,2 \cdot I_{\text{НОМ}}^{1)}$	
Примечание: <sup>1)</sup> – для датчиков тока с номинальной силой переменного тока 3000 А поверку проводить до отметки $I_{\text{НОМ}}$		

Таблица 11 – Сигналы для определения основной приведенной погрешности измерений полной фазной и суммарной электрической мощности

№ п/п	Среднеквадратичное значение силы переменного тока, А
1	$0,02 \cdot I_{\text{НОМ}}$
2	$I_{\text{НОМ}}$
3	$1,2 \cdot I_{\text{НОМ}}^{1)}$
Примечание: <sup>1)</sup> – для датчиков тока с номинальной силой переменного тока 3000 А поверку проводить до отметки $I_{\text{НОМ}}$	

#### 10.5.2 Определение основной приведенной погрешности измерений мощности постоянного тока

Определение погрешности проводить в следующей последовательности:

5. Собрать схему измерений согласно рисунку А.3 Приложения А.
6. Провести измерения электрической мощности для сигналов, представленных в таблице 12. Номинальное значение силы тока выбрать в меню прибора.
7. За результат измерений принимать показания дисплея поверяемого прибора.
8. Рассчитать погрешность измерений по формуле (6).

Таблица 12 – Сигналы для определения основной приведенной погрешности измерений мощности постоянного тока

№ п/п	Значение напряжения постоянного тока калибратора программируемого П320, В	Значение напряжения постоянного тока калибратора универсального 9100, мВ
1	15	0,75
2	1000	0,75
3	15	75
4	1000	75

#### 10.6 Определение основной приведенной погрешности измерений коэффициента мощности

Определение погрешности проводить в следующей последовательности:

1. Собрать схему измерений согласно рисунку А.1 Приложения А для приборов прямого включения или схему измерений согласно рисунку А.2 для приборов с датчиками тока.
2. Провести измерения коэффициента мощности для сигналов, представленных в таблице 13 при номинальной частоте 50 Гц. Измерения проводить при одном из номинальных значений силы тока.
3. За результат измерений принимать показания дисплея поверяемого прибора (для КСМ-М1) или значение сигнала, переданное на ПК по интерфейсу (для КСМ-М3).
4. Рассчитать погрешность измерений по формуле (6).

Таблица 13 – Сигналы для определения основной приведенной погрешности измерений коэффициента мощности

№ п/п	Фазовый угол между напряжением и током, °	Значение коэффициента мощности, $\cos \varphi$	Значение напряжения переменного тока, В	Значение силы переменного тока, А
1	0	+1	$U_n$	$I_n$ <sup>1)</sup>
2	84	+0,1045		
3	96	-0,1045		
4	180	-1		

Примечание: <sup>1)</sup> – для датчиков тока с номинальной силой переменного тока 3000 А поверку проводить до отметки  $I_{ном}$

#### 10.7 Определение основной относительной погрешности измерений электрической энергии

##### 10.7.1 Определение основной относительной погрешности измерений электрической энергии переменного тока

Определение погрешности проводить в следующей последовательности:

1. Собрать схему измерений согласно рисунку А.1 Приложения А для приборов прямого включения или схему измерений согласно рисунку А.2 для приборов с датчиками тока.
2. Провести измерения электрической энергии для сигналов, представленных в таблицах 14 – 15 при номинальном напряжении, номинальной частоте 50 Гц и одном из номинальных значений силы тока.
3. Полученное значение относительной погрешности измерений считать с дисплея эталонного прибора.

Таблица 14 – Сигналы для определения основной относительной погрешности измерений активной электрической энергии прямого и обратного направлений с симметричными нагрузками

№ п/п	Среднеквадратичное значение силы переменного тока, А	Коэффициент активной мощности, cos φ
1	$0,01 \cdot I_{НОМ}^{1)}$	1,0
2	$0,05 \cdot I_{НОМ}$	
3	$I_{НОМ}$	
4	$1,2 \cdot I_{НОМ}$	
5	$0,02 \cdot I_{НОМ}^{1)}$	0,5 (при индуктивной нагрузке) и 0,8 (при емкостной нагрузке)
6	$0,1 \cdot I_{НОМ}$	
7	$I_{НОМ}$	
8	$1,2 \cdot I_{НОМ}$	
Примечание – <sup>1)</sup> В случае использования датчиков тока ВСТ и прямого включения		

Таблица 15 – Сигналы для определения основной относительной погрешности измерений реактивной электрической энергии прямого и обратного направлений с симметричными нагрузками

№ п/п	Среднеквадратичное значение силы переменного тока, А	Коэффициент реактивной мощности, sin φ
1	$0,02 \cdot I_{НОМ}$	1,0
2	$0,05 \cdot I_{НОМ}$	
3	$I_{НОМ}$	
4	$1,2 \cdot I_{НОМ}$	
5	$0,05 \cdot I_{НОМ}$	0,5
6	$0,1 \cdot I_{НОМ}$	
7	$I_{НОМ}$	
8	$1,2 \cdot I_{НОМ}$	
9	$0,1 \cdot I_{НОМ}$	0,25
10	$I_{НОМ}$	
11	$1,2 \cdot I_{НОМ}$	

#### 10.7.2 Определение основной относительной погрешности измерений электрической энергии постоянного тока

Определение погрешности проводить в следующей последовательности:

1. Собрать схему измерений согласно рисунку А.3 Приложения А. Для измерений времени использовать секундомер.
2. Провести измерения электрической энергии для сигналов, представленных в таблице 16 при номинальном напряжении и одном из номинальных значений силы постоянного тока шунта.
3. После подачи испытательных сигналов на измерительные цепи прибора, дождаться изменения младшего разряда показаний на дисплее, Зафиксировать начальное значение электрической энергии постоянного тока, затем сразу же запустить секундомер. Время проверки 1 минута.
4. Зафиксировать конечное значение электрической энергии постоянного тока, измеренное поверяемым прибором.
5. Рассчитать заданное значение электрической энергии постоянного тока,  $W_0$ , Вт·ч, по формуле (2):

$$W_0 = U_U \cdot \frac{I}{U} \cdot U_I \cdot t \quad (2),$$

где:  $U_U$  – значение напряжения постоянного тока калибратора программируемого ПЗ20,  
 В;  
 $I$  – номинальное значение силы постоянного тока шунта, установленное в меню прибора,  
 А  
 $U$  – номинальное напряжение постоянного тока по цепи тока, В (0,075 В);  
 $U_I$  – значение напряжения постоянного тока калибратора универсального 9100, В;  
 $t$  – интервал времени измерения, ч.

6. Рассчитать погрешность измерений по формуле (3):

$$\delta W = \frac{W_X - W_0}{W_0} \cdot 100 \quad (3),$$

где:  $W_X$  – разность конечного и начального значений электрической энергии  
 постоянного тока, считанное с дисплея поверяемого прибора, Вт·ч;  
 $W_0$  – значение электрической энергии постоянного тока, рассчитанное по формуле (2),  
 Вт·ч.

Таблица 16 – Сигналы для определения основной относительной погрешности измерений энергии постоянного тока

№ п/п	Значение напряжения постоянного тока калибратора программируемого ПЗ20, В	Значение напряжения постоянного тока калибратора универсального 9100, мВ
1	1000	0,75
2		18,75
3		37,5
4		56,25
5		75

10.8 Определение основной абсолютной (относительной) погрешности измерений коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения и силы тока

Измерения проводить при испытательных сигналах согласно таблиц 17 – 18.

Определение погрешности проводить в следующей последовательности:

1. Собрать схему измерений согласно рисунку А.1 Приложения А для приборов прямого включения или схему измерений согласно рисунку А.2 для приборов с датчиками тока.
2. Перевести источник сигнала в режим воспроизведения напряжения переменного тока частотой 50 Гц величиной  $1,0 \cdot U_{ном}$  по каждой фазе (А, В, С) и силы переменного тока частотой 50 Гц величиной  $1,0 \cdot I_{ном}$  по каждой фазе (А, В, С). Измерения проводить при номинальном значении напряжения и одном из номинальных значений силы тока.
3. Устанавливая на выходе источника сигнала испытательные сигналы в соответствии с таблицами 17 – 18, зафиксировать результаты измерений.
4. За результат измерений принимать значение, переданное на ПК по интерфейсу RS-485.
5. Рассчитать погрешности по формулам (4) и (5).

Таблица 17 – Значение коэффициентов n-х гармонических составляющих фазных напряжений

№ гарм..	Сигнал 1		Сигнал 2		Сигнал 3	
	$K_{U(n)}, \%$	$\varphi_n, ^\circ$	$K_{U(n)}, \%$	$\varphi_n, ^\circ$	$K_{U(n)}, \%$	$\varphi_n, ^\circ$
1	0	0	0	60	5	0
2	0,5	0	10	60	5	30
3	0	0	0	60	5	0

№ гарм.	Сигнал 1		Сигнал 2		Сигнал 3	
	$K_{U(n)}, \%$	$\varphi_n, ^\circ$	$K_{U(n)}, \%$	$\varphi_n, ^\circ$	$K_{U(n)}, \%$	$\varphi_n, ^\circ$
4	0	0	0	60	5	60
5	0	0	0	60	5	0
6	0	0	0	60	5	90
7	0	0	0	60	5	0
8	0	0	0	60	5	120
9	0,5	0	10	60	9	0
10	0	0	0	60	5	150
11	0	0	0	60	5	0
12	0	0	0	60	5	180
13	0	0	0	60	5	0
14	0	0	0	60	5	-150
15	0	0	0	60	5	0
16	0	0	0	60	5	-120
17	0	0	0	60	5	0
18	0	0	0	60	5	-90
19	0,5	0	5	60	9	0
20	0	0	0	60	5	-60
21	0	0	0	60	5	0
22	0	0	0	60	5	-30
23	0	0	0	60	5	0
24	0	0	0	60	5	0
25	0	0	0	60	5	0
26	0	0	0	60	5	30
27	0	0	0	60	5	0
28	0	0	0	60	5	60
29	0,5	0	0	60	5	0
30	0	0	0	60	5	90
$K_U, \%$	1,000		15,000		29,360	

Таблица 18 – Значение коэффициентов n-х гармонических составляющих фазных токов

№ гарм.	Сигнал 1		Сигнал 2		Сигнал 3	
	$K_{I(n)}, \%$	$\varphi_n, ^\circ$	$K_{I(n)}, \%$	$\varphi_n, ^\circ$	$K_{I(n)}, \%$	$\varphi_n, ^\circ$
31	0	0	5	60	10	0
32	0,5	0	5	60	15	30
33	0	0	5	60	10	0
34	0	0	5	60	10	60
35	0	0	5	60	10	0
36	0	0	5	60	10	90
37	0	0	5	60	10	0
38	0	0	5	60	10	120
39	0,5	0	10	60	15	0
40	0	0	5	60	10	150
41	0	0	5	60	10	0
42	0	0	5	60	10	180
43	0	0	5	60	10	0
44	0	0	5	60	10	-150
45	0	0	5	60	10	0
46	0	0	5	60	10	-120

№ гарм.	Сигнал 1		Сигнал 2		Сигнал 3	
	$K_{I(n)}, \%$	$\varphi_n, ^\circ$	$K_{I(n)}, \%$	$\varphi_n, ^\circ$	$K_{I(n)}, \%$	$\varphi_n, ^\circ$
47	0	0	5	60	10	0
48	0	0	5	60	10	-90
49	0,5	0	10	60	15	0
50	0	0	5	60	10	-60
51	0	0	5	60	10	0
52	0	0	5	60	10	-30
53	0	0	5	60	10	0
54	0	0	5	60	10	0
55	0	0	5	60	10	0
56	0	0	5	60	10	30
57	0	0	5	60	10	0
58	0	0	5	60	10	60
59	0,5	0	5	60	15	0
60	0	0	5	60	10	90
$K_I, \%$	1,000		30,000		59,161	

## 11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 В зависимости от способа нормирования, рассчитать погрешность измерений для каждой характеристики по одной из основных формул:

11.1.1 Расчет абсолютной погрешности:

$$\Delta X = X - X_0 \quad (4),$$

где:  $X$  – измеренное значение характеристики;  
 $X_0$  – заданное значение характеристики.

11.1.2 Расчет относительной погрешности:

$$\delta X = \frac{\Delta X}{X_0} \cdot 100 \quad (5),$$

11.1.3 Расчет приведенной погрешности:

$$\gamma X = \frac{\Delta X}{X_H} \cdot 100 \quad (6),$$

где  $X_H$  – нормирующее значение характеристики (в качестве нормирующего значения принимают значение, указанное в нормативной документации на СИ).

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если погрешность прибора соответствует требованиям п. 10.1 настоящей Методики. При невыполнении этих требований прибор бракуется и направляется в ремонт.

## 12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Результаты поверки прибора передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком, установленным действующим законодательством.

12.2 При проведении поверки в сокращенном объеме (в соответствии с заявлением владельца средства измерений) в сведениях о поверке указывается информация, для каких измеряемых величин/поддиапазонов измерений выполнена поверка.

12.4 По заявлению владельца прибора или лица, представившего его на поверку, положительные результаты поверки (когда прибор подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют свидетельством о поверке по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством.

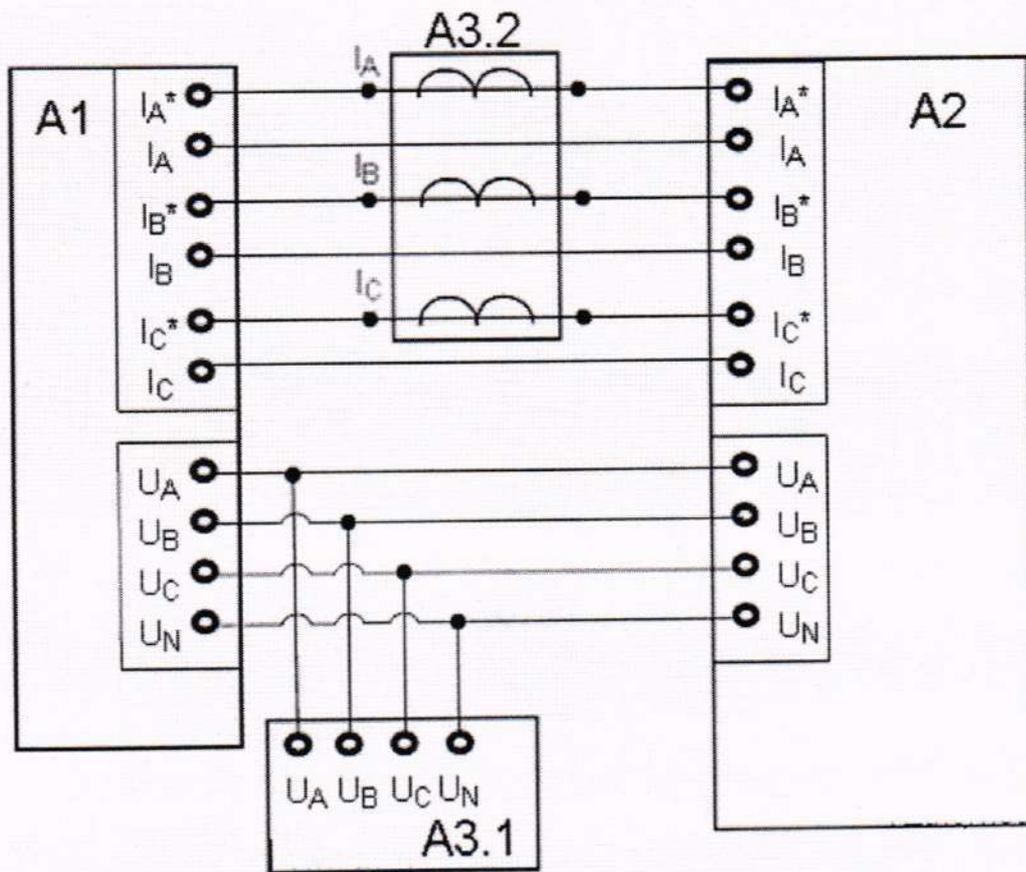
12.5 По заявлению владельца прибора или лица, представившего его на поверку, отрицательные результаты поверки (когда прибор не подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют извещением о непригодности к применению средства измерений по форме, установленной в соответствии с действующим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

Инженер  
ООО «НИЦ «ЭНЕРГО»



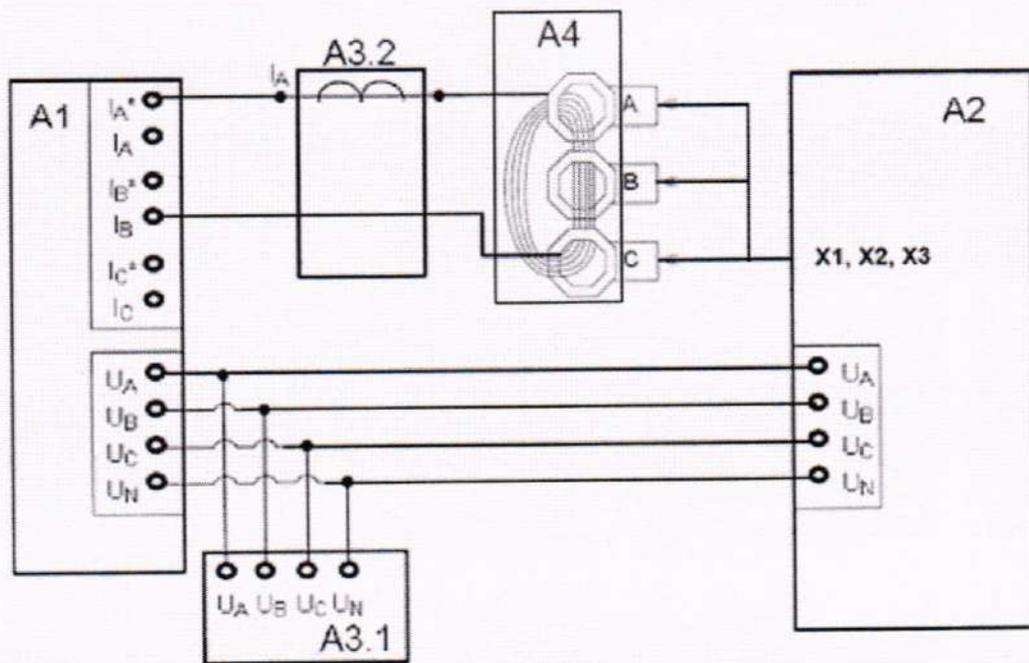
Д.А. Терещенко

Приложение А  
(обязательное)



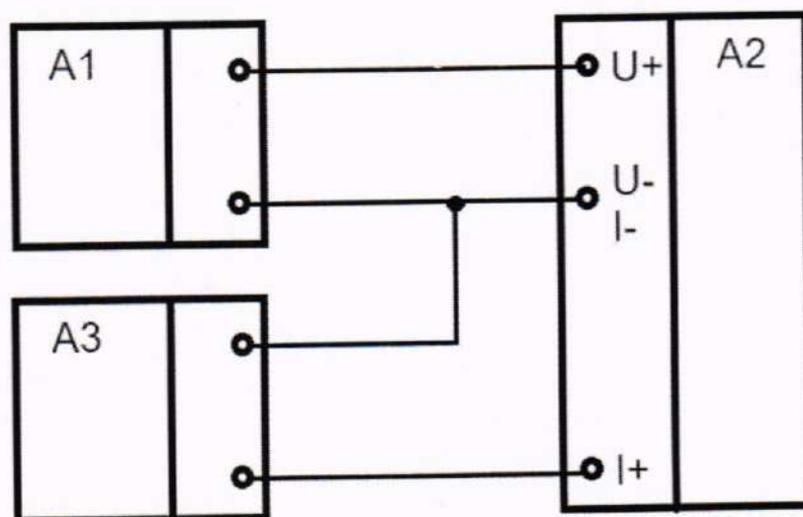
A1 – блок генератора-синтезатора «Энергоформа-3.1» из состава установки поверочной универсальной «УППУ-МЭ»;  
 A2 – поверяемый прибор КСМ;  
 A3.1 и A3.2 – прибор электроизмерительный эталонный многофункциональный «Энергомонитор-3.1КМ» из состава установки поверочной универсальной «УППУ-МЭ»

Рисунок А.1 – Схема поверки приборов модификаций КСМ-М1 и КСМ-М3 для прямого включения



- A1 – блок генератора-синтезатора «Энергоформа-3.1» из состава установки поверочной универсальной «УППУ-МЭ»;
- A, B, C – датчики тока из комплекта поверяемого прибора КСМ;
- A2 – поверяемый прибор КСМ;
- A3.1 и A3.2 – прибор электроизмерительный эталонный многофункциональный «Энергомонитор-3.1КМ» из состава установки поверочной универсальной «УППУ-МЭ»;
- A4 – катушка токовая калиброванная КТ-3-20 или КТ-1-300

Рисунок А.2 – Схема проверки приборов модификаций КСМ-М1 и КСМ-М3 с датчиками тока



- A1 – калибратор программируемый П320 (напряжение постоянного тока до 1000 В);
- A2 – поверяемый прибор КСМ;
- A3 – калибратор универсальный 9100 (напряжение постоянного тока до 75 мВ)

Рисунок А.3 – Схема проверки приборов модификации КСМ-М2