

УТВЕРЖДАЮ
Технический директор ООО «ИЦРМ»



М.С. Казаков М.С. Казаков

«10» мая 2017 г.

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

ТЕРМИНАЛЫ МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ СЕРИИ ЭКРА 200

Методика поверки

ЭКРА.650321.011 МП

**г. Видное
2017**

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика предусматривает методы и средства проведения первичной и периодической поверок терминалов микропроцессорных серии ЭКРА 200, изготавливаемых ООО НПП «ЭКРА» г. Чебоксары.

Терминалы микропроцессорные серии ЭКРА 200 (далее – терминалы) предназначены для измерений напряжения и силы переменного тока, частоты, активной, реактивной и полной мощностей, активной и реактивной электрической энергии, напряжения и силы постоянного тока, регистрации событий, осциллографирования процессов, формирования унифицированных выходных электрических сигналов, выдачи управляющих воздействий на исполнительные механизмы.

Интервал между поверками (межповерочный интервал) – 8 лет.

Допускается проведение первичной поверки приборов при выпуске из производства до ввода в эксплуатацию на основании выборки по ГОСТ Р ИСО 2859-10-2008.

Периодическая поверка средств измерений в случае их использования для измерений меньшего числа величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений, по отношению к указанным в разделе «Метрологические и технические характеристики» Описания типа, допускается на основании письменного заявления владельца приборов, оформленного в произвольной форме. Соответствующая запись должна быть сделана в свидетельстве о поверке приборов.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 При поверке выполняются операции, указанные в таблице 1.

1.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций поверка прекращается и терминал бракуется.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1. Внешний осмотр	7.2	Да	Да
2. Проверка сопротивления изоляции	7.3	Да	Да
3. Проверка электрической прочности изоляции	7.4	Да	Да
4. Подтверждение соответствия программного обеспечения	7.5	Да	Да
5. Определение пределов допускаемой основной погрешности измерений фазного тока, фазного и линейного напряжений, частоты, мощности, напряжения и силы постоянного тока	7.6	Да	Да
6. Определение пределов допускаемой основной погрешности измерений активной и реактивной трехфазной электрической энергии	7.7	Да	Да

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны применяться средства измерений, перечисленные в таблицах 2 и 3.

2.2 Допускается применять другие средства измерений, обеспечивающие измерение значений соответствующих величин с требуемой точностью.

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

Таблица 2 – Эталонные средства поверки

Номер пункта методики поверки	Тип средства поверки
7.2	Визуально
7.3	Мегаомметр М4100/4. Выходное напряжение 1000 В. Диапазон измерений сопротивления изоляции от 0 до 500 МОм. Кл. т. 1,0. Секундомер СОСпр-1-2. Диапазон измерений от 0 до 60 мин. Абсолютная погрешность $\pm 0,1$ с.
7.4	Универсальная пробойная установка УПУ-10. Диапазон выходных напряжений от 0 до 10 кВ. Относительная погрешность установки выходного напряжения ± 4 %. Секундомер СОСпр-1-2. Диапазон измерений от 0 до 60 мин. Абсолютная погрешность $\pm 0,1$ с.
7.5	Визуально
7.6	Установка многофункциональная измерительная СМС 256plus. Пределы воспроизведения напряжения переменного тока 300/600 В. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения $\pm(4 \cdot 10^{-4} U_{\text{воспр.}} + 10^{-4} U_{\text{пред.}})$. Пределы воспроизведения силы переменного тока 12,5/25/75 А. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения $\pm(4 \cdot 10^{-4} \cdot I_{\text{воспр.}} + 10^{-4} \cdot I_{\text{пред.}})$. Диапазон воспроизведения частоты синусоидального сигнала от 10 до 1000 Гц. Нестабильность частоты $\pm 5 \cdot 10^{-7}$. Диапазон воспроизведения фазового угла $\pm 360^\circ$. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения $\pm 0,1^\circ$. Пределы воспроизведения напряжения постоянного тока 300 В. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения $\pm(4 \cdot 10^{-4} \cdot U_{\text{воспр.}} + 10^{-4} \cdot U_{\text{пред.}})$. Калибратор токовой петли FLUKE 715. Предел воспроизведения силы постоянного тока 24 мА. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения $\pm(0,00015 \cdot I_{\text{воспр.}} + 0,002 \text{ мА})$. Предел воспроизведения напряжения постоянного тока 0,1/10 В. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения $\pm(0,0002 \cdot U_{\text{воспр.}} + 0,002 \text{ мВ})$.
7.7	Установка многофункциональная измерительная СМС 256plus. Пределы воспроизведения напряжения переменного тока 300/600 В. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения $\pm(4 \cdot 10^{-4} U_{\text{воспр.}} + 10^{-4} U_{\text{пред.}})$. Пределы воспроизведения силы переменного тока 12,5/25/75 А. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения $\pm(4 \cdot 10^{-4} \cdot I_{\text{воспр.}} + 10^{-4} \cdot I_{\text{пред.}})$. Диапазон воспроизведения частоты синусоидального сигнала от 10 до 1000 Гц. Нестабильность частоты $\pm 5 \cdot 10^{-7}$. Диапазон воспроизведения фазового угла $\pm 360^\circ$. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения $\pm 0,1^\circ$.

Таблица 3 – Вспомогательные средства поверки

Измеряемая величина	Диапазон измерений	Класс точности, погрешность	Тип средства поверки
Температура	от 0 до 50 °С	±1 °С	Термометр ртутный стеклянный лабораторный ТЛ-4
Давление	от 80 до 106 кПа	±200 Па	Барометр-анероид метеорологический БАММ-1
Влажность	от 10 до 100 %	±1 %	Психрометр аспирационный М-34-М

3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

3.1 К проведению поверки допускают лица, имеющие документ о повышении квалификации в области поверки средств измерений электрических величин.

3.2 Поверитель должен пройти инструктаж по технике безопасности и иметь действующее удостоверение на право работы в электроустановках с напряжением до 1000 В с квалификационной группой по электробезопасности не ниже III.

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, прошедшие проверку знаний правил техники безопасности и эксплуатации электроустановок напряжением до 1 кВ и имеющие квалификационную группу по технике безопасности не ниже III.

4.2 Все средства измерений, участвующие в поверке должны быть надежно заземлены.

4.3 При работе с терминалами необходимо пользоваться только исправным инструментом и оборудованием.

4.4 Запрещается:

- эксплуатировать терминалы в режимах, отличающихся от указанных в эксплуатационной документации;
- эксплуатировать терминалы при обрывах проводов внешних соединений;
- производить внешние соединения, не отключив все напряжения, подаваемые на терминал.

4.5 В случае возникновения аварийных условий и режимов работы терминал необходимо немедленно отключить.

5 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха (20±5) °С;
- относительная влажность от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа или от 630 до 795 мм. рт. ст.;
- напряжение питания в соответствии с типом исполнением;
- коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения не более 5 %.

6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 Перед поверкой должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

1. Проверены документы, подтверждающие электрическую безопасность.
2. Проведены технические и организационные мероприятия по обеспечению безопасности проводимых работ в соответствии с действующими положениями ГОСТ 12.2.007.0-75 и ГОСТ 12.2.007.3-75.

3. Средства измерения, используемые при поверке, подготовлены к работе согласно их руководствам по эксплуатации.

4. Поверяемый терминал установить на горизонтальную поверхность в вертикальном положении, соблюдая условия и правила, предусмотренные РЭ.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Метрологические характеристики, подлежащие определению

Терминал обеспечивает:

– измерение действующего значения фазного (U_A, U_B, U_C) и линейного (U_{AB}, U_{BC}, U_{CA}) напряжений;

– измерение действующего значения фазного тока (I_A, I_B, I_C);

– измерение активной (P), реактивной (Q) и полной (S) мощности (фазная и трехфазная);

– измерение частоты сети (f);

– измерение активной (W_p) и реактивной (W_q) энергии суммарно по фазам в двух направлениях (технический учет) в соответствии с требованиями для счетчиков активной энергии класса точности 1 и требованиями для счетчиков реактивной энергии класса точности 2;

– измерение напряжения и силы постоянного тока.

Номинальные значения входных токов, напряжений и мощностей соответствуют величинам, указанным в таблице 4. Номинальное значение коэффициента активной мощности: $\cos\varphi_{ном}=1$, коэффициента реактивной мощности: $\sin\varphi_{ном}=1$. Номинальное значение частоты сети переменного тока - 50 Гц.

Таблица 4 – Номинальные значения входных токов, напряжений и мощности

Номинальное фазное напряжение $U_{фном}, В$	Номинальное линейное напряжение $U_{лном}, В$	Номинальный фазный ток $I_{ном}, А$	Номинальная мощность (активная, реактивная, полная), $P_{ном}, Вт; Q_{ном}, вар; S_{ном}, В\cdot А$	
			фазная	трехфазная
100/√3	100	1	57,74	173,2
		5	288,70	866,1

Примечания: При подключении входных сигналов через внешние измерительные трансформаторы тока и напряжения

а) номинальные значения параметров соответствуют:

1) при измерении тока: $N_I = k_{тт} \cdot I_{ном}$;

2) при измерении напряжения: $N_U = k_{тн} \cdot (U_{фном}; U_{лном})$;

3) при измерении мощности: $N_{P,Q,S} = k_{тн} \cdot k_{тт} \cdot (P_{ном}; Q_{ном}; S_{ном})$,

где N_I - номинальное значение параметра при измерении тока;

N_U - номинальное значение параметра при измерении напряжения;

$N_{P,Q,S}$ - номинальное значение параметра при измерении мощности;

$k_{тт}$ - коэффициент трансформации тока;

$k_{тн}$ - коэффициент трансформации напряжения;

б) единицы измерения параметров соответствуют:

1) при измерении тока: А; кА;

2) при измерении напряжения: кВ;

3) при измерении мощности: кВт; МВт; квар; Мвар; кВ·А; МВ·А

Диапазоны измерений, пределы допускаемой основной погрешности измерений фазного тока, фазного и линейного напряжений, частоты, мощности, напряжения и силы постоянного тока соответствуют значениям, указанным в таблице 5.

Таблица 5 – Диапазоны измерений, пределы допускаемой основной погрешности измерений фазного тока, фазного и линейного напряжений, частоты, мощности, напряжения и силы постоянного тока

Измеряемый параметр	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности ¹⁾ измерений	Дополнительные условия
Действующее значение фазного тока, А	$(0,02-1,20) \cdot I_{НОМ}$	$\pm 0,5 \%$ (γ)	–
Действующее значение фазного или линейного напряжения, В	$(0,1-2,0) \cdot (U_{ФНОМ}; U_{ЛНОМ})$	$\pm 0,5 \%$ (γ)	–
Частота, Гц	от 45 до 55	$\pm 0,01$ Гц (Δ)	$0,1 \cdot U_{НОМ} \leq U \leq 2,0 \cdot U_{НОМ}$
Мощность (активная, реактивная, полная) фазная и трехфазная, Вт, вар, В·А	$(0,02-1,20) \cdot (P_{НОМ}; Q_{НОМ}; S_{НОМ})$	$\pm 0,5 \%$ (γ)	$0,8 \cdot U_{НОМ} \leq U \leq 1,2 \cdot U_{НОМ}$ $0,02 \cdot I_{НОМ} \leq I \leq 1,20 \cdot I_{НОМ}$
Сила постоянного тока, мА	от –5 до +5; от 0 до 5	$\pm 0,15 \%$ (γ)	–
	от –20 до +20; от 0 до 20, от 4 до 20	$\pm 0,1 \%$ (γ)	–
Напряжение постоянного тока, В	от –10 до +10, от –330 до +330	$\pm 0,5 \%$ (γ)	–
Примечание: ¹⁾ – обозначение погрешностей: Δ – абсолютная; γ – приведенная			

Нормирующее значение при определении основной приведенной погрешности измерений фазного тока, фазного и линейного напряжений, частоты, мощности принимается равным номинальному значению измеряемого параметра.

Нормирующее значение при определении основной приведенной погрешности измерений напряжения и силы постоянного тока принимается равным:

- верхнему пределу диапазона измерений, если нулевое значение входного сигнала находится на краю или вне диапазона измерений;
- сумме модулей пределов измерений, если нулевое значение входного сигнала находится внутри диапазона измерений.

Пределы допускаемой основной погрешности измерений активной и реактивной энергии при симметричной нагрузке соответствуют значениям, указанным в таблице 6.

Таблица 6 – Пределы допускаемой основной погрешности измерений активной и реактивной энергии при симметричной нагрузке

Измеряемый параметр	Режим нагрузки	Пределы допускаемой основной погрешности ¹⁾ измерений	Дополнительные условия
Активная энергия, W_p , МВт·ч	Симметричная	$\pm 1,5 \%$ (δ)	$0,8 \cdot U_{НОМ} \leq U \leq 1,2 \cdot U_{НОМ}$ $0,02 \cdot I_{НОМ} \leq I < 0,05 \cdot I_{НОМ}$ $\cos\varphi = 1$
		$\pm 1,0 \%$ (δ)	$0,8 \cdot U_{НОМ} \leq U \leq 1,2 \cdot U_{НОМ}$ $0,05 \cdot I_{НОМ} \leq I \leq 1,2 \cdot I_{НОМ}$ $\cos\varphi = 1$

Измеряемый параметр	Режим нагрузки	Пределы допускаемой основной погрешности ¹⁾ измерений	Дополнительные условия
		±1,5 % (δ)	$0,8 \cdot U_{НОМ} \leq U \leq 1,2 \cdot U_{НОМ}$ $0,05 \cdot I_{НОМ} \leq I < 0,1 \cdot I_{НОМ}$ $\cos\varphi=0,5$ (инд.)
		±1,0 % (δ)	$0,8 \cdot U_{НОМ} \leq U \leq 1,2 \cdot U_{НОМ}$ $0,1 \cdot I_{НОМ} \leq I \leq 1,2 \cdot I_{НОМ}$ $\cos = 0,5$ (инд.)
		±1,5 % (δ)	$0,8 \cdot U_{НОМ} \leq U \leq 1,2 \cdot U_{НОМ}$ $0,05 \cdot I_{НОМ} \leq I < 0,1 \cdot I_{НОМ}$ $\cos\varphi=0,8$ (емк.)
		±1,0 % (δ)	$0,8 \cdot U_{НОМ} \leq U \leq 1,2 \cdot U_{НОМ}$ $0,1 \cdot I_{НОМ} \leq I \leq 1,2 \cdot I_{НОМ}$ $\cos\varphi=0,8$ (емк.)
Реактивная энергия, W_q , Мвар·ч	Симметричная	±2,5 % (δ)	$0,8 \cdot U_{НОМ} \leq U \leq 1,2 \cdot U_{НОМ}$ $0,02 \cdot I_{НОМ} \leq I < 0,05 \cdot I_{НОМ}$ $\sin\varphi=1$
		±2,0 % (δ)	$0,8 \cdot U_{НОМ} \leq U \leq 1,2 \cdot U_{НОМ}$ $0,05 \cdot I_{НОМ} \leq I \leq 1,2 \cdot I_{НОМ}$ $\sin\varphi=1$
		±2,5 % (δ)	$0,8 \cdot U_{НОМ} \leq U \leq 1,2 \cdot U_{НОМ}$ $0,05 \cdot I_{НОМ} \leq I < 0,1 \cdot I_{НОМ}$ $\sin\varphi=0,5$
		±2,0 % (δ)	$0,8 \cdot U_{НОМ} \leq U \leq 1,2 \cdot U_{НОМ}$ $0,1 \cdot I_{НОМ} \leq I \leq 1,2 \cdot I_{НОМ}$ $\sin\varphi=0,5$
		±2,5 % (δ)	$0,8 \cdot U_{НОМ} \leq U \leq 1,2 \cdot U_{НОМ}$ $0,1 \cdot I_{НОМ} \leq I < 1,2 \cdot I_{НОМ}$ $\sin\varphi=0,25$
Примечание: ¹⁾ – обозначение погрешностей: δ – относительная			

Пределы допускаемой основной погрешности измерений активной и реактивной энергии при несимметричной нагрузке соответствуют значениям, указанным в таблице 7.

Таблица 7 – Пределы допускаемой основной погрешности измерений активной и реактивной энергии при несимметричной нагрузке

Измеряемый параметр	Режим нагрузки	Пределы допускаемой основной погрешности ¹⁾ измерений	Дополнительные условия
Активная энергия, W_p , МВт·ч	Однофазная нагрузка при симметрии многофазных напряжений, приложенных к цепям напряжения (несимметричная)	±2 % (δ)	$0,8 \cdot U_{НОМ} \leq U \leq 1,2 \cdot U_{НОМ}$ $0,05 \cdot I_{НОМ} \leq I \leq 1,2 \cdot I_{НОМ}$ $\cos\varphi=1$
		±2 % (δ)	$0,8 \cdot U_{НОМ} \leq U \leq 1,2 \cdot U_{НОМ}$ $0,1 \cdot I_{НОМ} \leq I \leq 1,2 \cdot I_{НОМ}$ $\cos\varphi=0,5$ (инд.)

Измеряемый параметр	Режим нагрузки	Пределы допускаемой основной погрешности ¹⁾ измерений	Дополнительные условия
Реактивная энергия, W_q , Мвар·ч	Однофазная нагрузка при симметрии многофазных напряжений, приложенных к цепям напряжения (несимметричная)	$\pm 3\%$ (δ)	$0,8 \cdot U_{НОМ} \leq U \leq 1,2 \cdot U_{НОМ}$ $0,05 \cdot I_{НОМ} \leq I \leq 1,2 \cdot I_{НОМ}$ $\sin\varphi=1$
		$\pm 3\%$ (δ)	$0,8 \cdot U_{НОМ} \leq U \leq 1,2 \cdot U_{НОМ}$ $0,1 \cdot I_{НОМ} \leq I \leq 1,2 \cdot I_{НОМ}$ $\sin\varphi=0,5$
Примечание: ¹⁾ – обозначение погрешностей: δ – относительная			

Разность между значениями погрешности измерений активной энергии, определенными при однофазной нагрузке счетчика и при симметричной многофазной нагрузке при номинальном токе $I_{НОМ}$ и коэффициенте мощности $\cos\varphi=1$ не превышает 1,5 %.

Разность между значениями погрешности измерений реактивной энергии, определенными при однофазной нагрузке счетчика и при симметричной многофазной нагрузке при номинальном токе $I_{НОМ}$ и коэффициенте мощности $\sin\varphi=1$ не превышает 3,5 %.

Длительность цикла измерения входных сигналов переменного и постоянного тока не более 0,5 с.

7.2 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие терминала следующим требованиям:

1. Комплектность и маркировка должны соответствовать руководству по эксплуатации.
2. Все органы управления и коммутации должны действовать плавно и обеспечивать надежность фиксации во всех позициях.
3. Не должно быть механических повреждений корпуса, лицевой панели, дисплея, органов управления. Незакрепленные или отсоединенные части терминала должны отсутствовать. Внутри корпуса не должно быть посторонних предметов. Все надписи на панелях должны быть четкими и ясными.
4. Все разъемы, клеммы и измерительные провода не должны иметь повреждений и должны быть чистыми.

При наличии дефектов поверяемый терминал бракуется и направляется в ремонт.

7.3 Проверка сопротивления изоляции

Проверку сопротивления изоляции выполнять с помощью мегаомметра с номинальным выходным напряжением 1000 В, который включается между всеми соединенными между собой группами цепей и корпусом. За результат измерений принимать значение сопротивления, полученное по истечении 1 минуты после приложения испытательного напряжения. Время контролировать по секундомеру.

Измеренное значение сопротивления должно быть не менее 100 МОм.

При несоблюдении этого требования и наличии дефектов поверяемый терминал бракуется и направляется в ремонт.

7.4 Проверка электрической прочности изоляции

Проверку электрической прочности изоляции цепей питания выполнять с помощью пробойной установки, выход которой включается между всеми соединенными между собой группами цепей и корпусом.

Выходное напряжение пробойной установки поднимать плавно, без рывков, до значения 2000 В, выдержать испытательное напряжение в течение 1 минуты, после чего плавно уменьшить до нуля.

Во время подачи испытательного напряжения не должно быть пробоя или поверхностного перекрытия изоляции.

При несоблюдении этого требования и наличии дефектов поверяемый терминал бракуется и направляется в ремонт.

7.5 Подтверждение соответствия программного обеспечения

Подтверждение соответствия программного обеспечения производить в следующем порядке:

1. Включить терминал.
2. Дождаться появления Главного меню терминала.
3. Кнопками перемещения «Вверх» и «Вниз» в главном меню выбрать пункт «Информация».
4. Нажать кнопку «Ввод».
5. В строке «Версия ПО:» зафиксировать номер версии встроенного ПО. Он должен быть не ниже, указанного в таблице 8.

При невыполнении этих требований проверка прекращается и терминал бракуется.

Таблица 8 – Характеристики программного обеспечения (ПО)

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО
Встроенное	Микропрограмма	Не ниже 6.0.0.0

7.6 Определение пределов допускаемой основной погрешности измерений фазного тока, фазного и линейного напряжений, частоты, мощности, напряжения и силы постоянного тока

Определяются пределы допускаемой основной погрешности измерений:

- действующего значения фазного (U_A, U_B, U_C) и линейного (U_{AB}, U_{BC}, U_{CA}) напряжений;
- действующего значения фазного тока (I_A, I_B, I_C);
- активной (P), реактивной (Q) и полной (S) мощности (фазной и трехфазной);
- частоты сети (f);
- силы постоянного тока;
- напряжения постоянного тока.

Основная погрешность определяется методом прямых измерений при помощи эталонных средств измерений.

Соотношение пределов допускаемых значений погрешностей эталонных средств измерений и поверяемого терминала не должны превышать 1/2,5.

Расчет основной погрешности терминала должен производиться по формулам:

а) для основных приведенных погрешностей измерений фазных и междуфазных напряжений, в процентах:

$$\gamma_U = \frac{U_x - U_y}{U_{ном}} \cdot 100 \quad (1),$$

где U_x – значение напряжения, измеренное терминалом;

U_y – значение напряжения, измеренное эталонным прибором;

$U_{ном}$ – номинальное значение напряжения.

б) для основных приведенных погрешностей измерений фазных токов, в процентах:

$$\gamma_I = \frac{I_x - I_y}{I_{\text{НОМ}}} \cdot 100 \quad (2),$$

где I_x – значение тока, измеренное терминалом;
 I_y – значение тока, измеренное эталонным прибором;
 $I_{\text{НОМ}}$ – номинальное значение тока.

в) для основных приведенных погрешностей измерений фазных и суммарных мощностей, в процентах:

$$\gamma_P = \frac{P_x - P_y}{P_{\text{НОМ}}} \cdot 100 \quad (3),$$

где P_x – значение активной, реактивной или полной мощности, измеренное терминалом;

P_y – значение активной, реактивной или полной мощности, измеренное эталонным прибором;

$P_{\text{НОМ}}$ – номинальное значение активной, реактивной или полной мощности.

г) для абсолютной погрешности измерений частоты по формуле:

$$\Delta f = f_x - f_y \quad (4),$$

где f_x – значение частоты, измеренное терминалом;

f_y – значение частоты, измеренное эталонным прибором.

д) для основных приведенных погрешностей измерений напряжения и силы постоянного тока, в процентах:

$$\gamma_N = \frac{N_x - N_y}{N_{\text{н}}} \cdot 100 \quad (5),$$

где N_x – значение тока или напряжения, измеренное терминалом;

N_y – значение тока или напряжения, измеренное эталонным прибором;

$N_{\text{н}}$ – нормирующее значение:

– верхний предел диапазона измерений, если нулевое значение входного сигнала находится на краю или вне диапазона измерений;

– сумма модулей пределов измерений, если нулевое значение входного сигнала находится внутри диапазона измерений.

Для определения основной погрешности должны подаваться входные сигналы в соответствии с таблицей 9 – при измерении терминалами фазного тока, фазного и линейного напряжений, частоты, мощности и таблицей 10 – при измерении терминалами напряжения и силы постоянного тока соответственно.

При выборе отображаемого параметра с помощью кнопок на передней панели должны фиксироваться показания терминала и вычисляться погрешность по формулам (1) – (5).

Таблица 9 – Контрольные точки для определения основной погрешности при измерении фазного тока, фазного и линейного напряжений, частоты, мощности

Номер поверочной точки	Фазное (линейное) напряжение*, В			Фазный ток*, А			Фазовый угол, градус	cosφ	sinφ	Частота, Гц
	U _A (U _{AB})	U _B (U _{BC})	U _C (U _{CA})	I _A	I _B	I _C				
1	0,1U _{НОМ}	0,1U _{НОМ}	0,1U _{НОМ}	I _{НОМ}	I _{НОМ}	I _{НОМ}	0 (90 ^{**})	1 (0 ^{**})	0 (1 ^{**})	50
2	0,5U _{НОМ}	0,5U _{НОМ}	0,5U _{НОМ}							
3	0,8U _{НОМ}	0,8U _{НОМ}	0,8U _{НОМ}							
4	U _{НОМ}	U _{НОМ}	U _{НОМ}							
5	1,2U _{НОМ}	1,2U _{НОМ}	1,2U _{НОМ}							
6	1,5U _{НОМ}	1,5U _{НОМ}	1,5U _{НОМ}							
7	1,9U _{НОМ}	1,9U _{НОМ}	1,9U _{НОМ}							
8	U _{НОМ}	U _{НОМ}	U _{НОМ}	0,05I _{НОМ}	0,05I _{НОМ}	0,05I _{НОМ}	0	1	0	45
9	U _{НОМ}	U _{НОМ}	U _{НОМ}	0,1I _{НОМ}	0,1I _{НОМ}	0,1I _{НОМ}				
10				0,2I _{НОМ}	0,2I _{НОМ}	0,2I _{НОМ}				
11				0,5I _{НОМ}	0,5I _{НОМ}	0,5I _{НОМ}				
12				0,8I _{НОМ}	0,8I _{НОМ}	0,8I _{НОМ}				
13				I _{НОМ}	I _{НОМ}	I _{НОМ}				
14				1,2I _{НОМ}	1,2I _{НОМ}	1,2I _{НОМ}				
15				U _{НОМ}	U _{НОМ}	U _{НОМ}	I _{НОМ}	I _{НОМ}	I _{НОМ}	0
16	50									
17	52									
18	55									
19										

Примечания: * U_{НОМ}, I_{НОМ} – номинальные значения напряжения и тока.

** При измерении реактивной мощности фазовый угол должен устанавливаться равным 90 градусов (sinφ = 1).

Определение основной погрешности измерения мощности (активной, реактивной, полной) должно производиться только при испытательных сигналах, указанных в строках 3 – 5, 9 – 12, 14.

Определение абсолютной погрешности измерения частоты должно производиться только при испытательных сигналах, указанных в строках 15 – 19.

Таблица 10 – Контрольные точки для определения основной погрешности при измерении напряжения и силы постоянного тока

Номер поверочной точки	Диапазон измерений, мА					Диапазон измерений, В	
	от -5 до 5	от -20 до 20	от 0 до 5	от 0 до 20	от 4 до 20	от -10 до 10	от -330 до 330
	Значения контрольных точек						
	мА					В	
1	5,0	20,0	5,0	20,0	20,0	10,0	300,0
2	4,0	16,0	4,0	16,0	16,0	8,0	250,0
3	3,0	12,0	3,0	12,0	12,0	6,0	200,0
4	2,0	8,0	2,0	8,0	8,0	4,0	150,0
5	1,0	4,0	1,0	4,0	4,0	2,0	50,0
6	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	0,0
7	-1,0	-4,0	-	-	-	-2,0	-50,0
8	-2,0	-8,0	-	-	-	-4,0	-150,0
9	-3,0	-12,0	-	-	-	-6,0	-200,0
10	-4,0	-16,0	-	-	-	-8,0	-250,0
11	-5,0	-20,0	-	-	-	-10,0	-300,0

Для терминалов, диапазон показаний которых настроен с учетом коэффициентов трансформации по току и напряжению, проверку основной погрешности нужно проводить с учетом расчетных значений в соответствии с формулами:

а) для фазных и междуфазных напряжений:

$$U = k_{тн} \cdot U_y \quad (6),$$

где $k_{тн}$ – коэффициент трансформации напряжения;

U_y – расчетное значение напряжения.

б) для фазных токов:

$$I = k_{тт} \cdot I_y \quad (7),$$

где $k_{тт}$ – коэффициент трансформации тока;

I_y – расчетное значение тока.

в) для фазных и трехфазных мощностей:

$$P = k_{тт} \cdot k_{тн} \cdot P_y \quad (8),$$

где P_y – расчетное значение активной, реактивной или полной мощности.

Вычислять погрешности измерения фазных и междуфазных напряжений, фазных токов, фазных и трехфазных мощностей необходимо по формулам (1), (2), (3), где за показания эталонного прибора брать расчетные значения, а номинальные значения умножить на соответствующие коэффициенты трансформации.

Для терминалов, диапазон показаний которых настроен в соответствии с диапазоном измерений электрического или неэлектрического параметра на входе датчика или измерительного преобразователя основная погрешность измерения должна вычисляться по формуле (5), где за показания эталонного прибора должны браться значения, рассчитанные по формуле (9), а нормирующее значение должно выражаться в соответствующих единицах измерения.

$$N_E = [(b_2 - a_2)/(b_1 - a_1)] \cdot (I_y - a_1) + a_2 \quad (9),$$

где N_E – расчетное значение сигнала на входе датчика или измерительного преобразователя;

I_y – значение сигнала постоянного тока, измеренное эталонным прибором, мА;

b_1, a_1 – верхний и нижний пределы диапазона измерений постоянного тока, мА;
 b_2, a_2 – верхний и нижний пределы диапазона сигнала на входе датчика или измерительного преобразователя.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если во всех поверяемых точках погрешность измерений соответствует требованиям п. 7.1 настоящей Методики.

При невыполнении этих требований, терминал бракуется и направляется в ремонт.

7.7 Определение пределов допускаемой основной погрешности измерений активной и реактивной трехфазной электрической энергии

7.7.1 Опробование и проверка правильности работы счетного механизма и испытательного выхода

Проверка производится в соответствии ГОСТ 8.584-2004 при номинальных значениях напряжений и токов.

Терминал подключается к поверочной установке в соответствии с его схемой подключения и эксплуатационной документацией и прогревается при номинальной мощности $P_{ном}$. Время прогрева терминала должно быть не менее 20 мин.

Правильность работы счетного механизма терминала проверяют по приращению показаний на дисплее терминала и числу импульсов на испытательном выходе терминала.

Проверка правильности работы испытательного выхода заключается в проверке наличия выходного сигнала, регистрируемого соответствующими устройствами поверочной установки.

Результаты проверки считают положительными в случае, если испытательный выход корректно функционирует (выдает импульсы пропорционально измеренной электрической энергии), а показания счетного устройства терминала будут увеличены на значение, равное значению измеренной электрической энергии.

7.7.2 Проверка порога чувствительности

Проверка производится в соответствии ГОСТ 8.584-2004.

Ток запуска выбирается из расчета 0,2 % от номинального тока $I_{ном}$. Испытания проводятся для каждого из направлений при номинальном напряжении и коэффициенте мощности равном единице. Результаты проверки считают положительными, если при заданном токе запуска счетный механизм терминала продолжает регистрировать показания.

7.7.3 Проверка отсутствия самохода

На входы каналов измерения напряжения подают сигнал, равный $1,15 \cdot U_n$. Входные цепи каналов измерения тока оставляют неподключенными. Контролируется отсутствие приращения количества энергии счетным механизмом на дисплее терминала или количество импульсов на испытательном выходе за интервал времени $t_n = 5$ мин.

Результат проверки положительный, если за интервал времени испытаний не было зарегистрировано изменение показаний счетного механизма терминала или появление импульса на испытательном выходе.

7.7.4 Определение метрологических характеристик счетчика в режиме симметричной нагрузки

Проверка производится в соответствии ГОСТ 8.584-2004.

Значение основной относительной погрешности счетчика при симметричной нагрузке определяют для каждого из направлений измеряемой энергии при номинальном напряжении.

Проверку погрешности измерения энергии проводят методом измерения фиктивной энергии, формируемой калибратором, либо на поверочной установке путем сравнения показаний счетчика с показаниями эталонного ваттметра/варметра.

В случае, если проверка измерения энергии производится с использованием калибратора, то за эталонное значение активной и реактивной энергии принимаются значения, рассчитанные по формулам:

- для четырехпроводного подключения:

$$W_p = P \cdot t_{и} = 3 \cdot U_{\phi} \cdot I_{\phi} \cdot \cos \varphi \cdot t_{и}, \quad (10)$$

$$W_q = Q \cdot t_{и} = 3 \cdot U_{\phi} \cdot I_{\phi} \cdot \sin \varphi \cdot t_{и}, \quad (11)$$

где P, Q – значение активной и реактивной мощности суммарно по трем фазам, выдаваемых калибратором;

U_{ϕ}, I_{ϕ} - значение фазного напряжения и фазного тока, выдаваемых калибратором;

$t_{и}$ - интервал измерения приращения энергии;

- для трехпроводного подключения:

$$W_p = P \cdot t_{и} = \sqrt{3} \cdot U_{л} \cdot I_{\phi} \cdot \cos \varphi \cdot t_{и}, \quad (12)$$

$$W_q = Q \cdot t_{и} = \sqrt{3} \cdot U_{л} \cdot I_{\phi} \cdot \sin \varphi \cdot t_{и}, \quad (13)$$

где P, Q – значение активной и реактивной мощности суммарно по трем фазам, выдаваемых калибратором;

$U_{л}, I_{\phi}$ - значение линейного напряжения и фазного тока, выдаваемых калибратором;

$t_{и}$ - интервал измерения приращения энергии.

В случае использования сравнения показаний счетчика с показаниями эталонного ваттметра/варметра, показание ваттметра/варметра принимают за эталонное значение. Вид энергии (активная или реактивная) выбирается в меню эталонного прибора.

В случае использования в качестве показаний поверяемого счетчика число импульсов с испытательного выхода значение основной относительной погрешности поверяемого счетчика определяют согласно показаниям эталонного прибора. Настройка испытательного выхода поверяемого счетчика должна соответствовать виду измеряемой энергии (активная или реактивная), выбранной в меню эталонного прибора.

Значения тока и коэффициента мощности, пределы допускаемой основной относительной погрешности приведены в ГОСТ 31818.11-2012, ГОСТ 31819.22-2012 и ГОСТ 31819.23-2012.

Для выполнения измерений необходимо на эталонном устройстве установить значения испытательного сигнала (номинальное напряжение, значения токов и коэффициента мощности - фазных углов). Рекомендованные для поверки точки приводятся в таблице 11 (для активной энергии) и таблице 12 (для реактивной энергии).

Таблица 11 – Значения тока, коэффициента мощности поверочных точек измерения активной энергии для счетчика с симметричной нагрузкой

Номер поверочной точки	Ток	Коэффициент $\cos \varphi$
1	0,02 $I_{НОМ}$	1
2	0,05 $I_{НОМ}$	1
3	1,00 $I_{НОМ}$	1
4	1,20 $I_{НОМ}$	1
5	0,05 $I_{НОМ}$	0,50 (инд.)
6	0,10 $I_{НОМ}$	0,50 (инд.)
7	1,00 $I_{НОМ}$	0,50 (инд.)
8	1,20 $I_{НОМ}$	0,50 (инд.)
9	0,05 $I_{НОМ}$	0,80 (емк.)
10	0,10 $I_{НОМ}$	0,80 (емк.)
11	1,00 $I_{НОМ}$	0,80 (емк.)
12	1,20 $I_{НОМ}$	0,80 (емк.)

Таблица 12 – Значения тока, коэффициента мощности поверочных точек измерения реактивной энергии для счетчика с симметричной нагрузкой

Номер поверочной точки	Ток	Коэффициент $\sin \varphi$
1	0,02 $I_{НОМ}$	1
2	0,05 $I_{НОМ}$	1
3	1,00 $I_{НОМ}$	1
4	1,20 $I_{НОМ}$	1
5	0,05 $I_{НОМ}$	0,50
6	0,10 $I_{НОМ}$	0,50
7	1,00 $I_{НОМ}$	0,50
8	1,20 $I_{НОМ}$	0,50
9	0,10 $I_{НОМ}$	0,25
10	1,00 $I_{НОМ}$	0,25
11	1,20 $I_{НОМ}$	0,25

Результаты поверки считают положительными, если полученные значения основных относительных погрешностей при всех токах нагрузки не превышают значения пределов допускаемой основной относительной погрешности, установленных ГОСТ 31818.11-2012, ГОСТ 31819.22-2012 и ГОСТ 31819.23-2012. Результаты поверки счетчика заносят в протокол.

7.7.5 Определение метрологических характеристик счетчика в режиме несимметричной нагрузки

Проверка производится в соответствии с ГОСТ 8.584-2004.

Значение основной относительной погрешности при несимметричной нагрузке определяют для каждого из направлений учета.

Режим несимметричной нагрузки создают путем подачи тока в одну из любых фаз при подаче симметричного номинального напряжения на все фазы.

Значение основной относительной погрешности определяют во всем диапазоне изменения нагрузки на фазе, задавая установленные значения тока и коэффициента мощности.

Определение метрологических характеристик при несимметричной нагрузке производят поочередно для каждого из фазных измерительных элементов трехфазного счетчика.

В качестве показаний поверяемого счетчика в режиме несимметричной нагрузки принимают показания того вида, которые были приняты в режиме симметричной нагрузки. Значение основной относительной погрешности поверяемого счетчика определяют согласно показаниям эталонного прибора.

Значения токов и коэффициентов мощности режима несимметричной нагрузки, пределы допускаемой основной относительной погрешности счётчика, выраженные в процентах, приведены в ГОСТ 31818.11-2012, ГОСТ 31819.22-2012 и ГОСТ 31819.23-2012.

Для выполнения измерений необходимо на эталонном устройстве установить значения испытательного сигнала (номинальное напряжение, значения токов и коэффициента мощности - фазных углов). Рекомендованные для поверки точки приводятся в таблице 13 (для активной энергии) и таблице 14 (для реактивной энергии).

Таблица 13 – Значения тока, коэффициента мощности поверочных точек измерения активной энергии для счетчика с однофазной нагрузкой при симметрии многофазных напряжений, приложенных к цепям напряжения

Номер поверочной точки	Ток	Коэффициент $\cos \varphi$
1	0,05 $I_{НОМ}$	1
2	1,00 $I_{НОМ}$	1
3	1,20 $I_{НОМ}$	1
4	0,10 $I_{НОМ}$	0,50 (инд.)
5	1,00 $I_{НОМ}$	0,50 (инд.)
6	1,20 $I_{НОМ}$	0,50 (инд.)

Таблица 14 – Значения тока, коэффициента мощности поверочных точек измерения реактивной энергии для счетчика с однофазной нагрузкой при симметрии многофазных напряжений, приложенных к цепям напряжения

Номер поверочной точки	Ток	Коэффициент $\sin \varphi$
1	0,05 $I_{НОМ}$	1
2	1,00 $I_{НОМ}$	1
3	1,20 $I_{НОМ}$	1
4	0,10 $I_{НОМ}$	0,50
5	1,00 $I_{НОМ}$	0,50
6	1,20 $I_{НОМ}$	0,50

В каждой точке указанного значения тока нагрузки производят единичные измерения, если иного не предусмотрено в стандарте или технической документации на поверяемый счетчик.

Допускаемое значение разности между значениями погрешностей, определенных при номинальном токе и коэффициенте мощности равном единице, для режимов с симметричной и несимметричной нагрузкой, не должно превышать значений, приведенных в ГОСТ 31818.11-2012, ГОСТ 31819.22-2012 и ГОСТ 31819.23-2012.

Результаты поверки при несимметричных режимах нагрузки считаются положительными, если полученные значения разности погрешностей, определенных для каждого из фазных измерительных элементов счетчика, во всем диапазоне нагрузок, не превышают значений, приведенных в ГОСТ 31818.11-2012, ГОСТ 31819.22-2012 и ГОСТ 31819.23-2012.

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

При положительных результатах поверки на корпус терминала наносится знак поверки, в паспорте производится запись о годности к применению и (или) выдается свидетельство о поверке.

При отрицательных результатах поверки необходимо провести калибровку терминала и повторно выполнить определение основной погрешности по п.п. 7.6, 7.7.

При отрицательных результатах поверки терминал не допускается к дальнейшему применению, знак предыдущей поверки гасится, свидетельство о поверке аннулируется и выдается извещение о непригодности.

Начальник отдела испытаний
ООО «ИЦРМ»



П.С. Казаков