

СОГЛАСОВАНО  
Главный метролог  
ООО «ПРОММАШТЕСТ Метрология»



Б.А. Лапшинов

2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Контроллеры станции управления КСУ-7

## ***МЕТОДИКА ПОВЕРКИ***

МП-295-2024

г. Чехов, 2024 г.

Handwritten notes in the top left corner, including a date and some illegible text.



Main body of handwritten text, appearing to be a letter or report, covering the middle section of the page. The text is mostly illegible due to fading and blurring.

## 1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на контроллеры станции управления КСУ-7 (далее – контроллеры) и устанавливает методы их первичной и периодической поверки.

1.2 Контроллеры обеспечивают прослеживаемость:

- к государственному первичному эталону единицы электрической мощности в диапазоне частот 1 – 2500 Гц ГЭТ 153-2019 в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений электроэнергетических величин в диапазоне частот от 1 до 2500 Гц, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23 июля 2021 года. № 1436;

- к государственному первичному специальному эталону единицы электрического напряжения ГЭТ 89-2008 в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от  $1 \cdot 10^{-1}$  до  $2 \cdot 10^9$  Гц, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 августа 2023 № 1706;

- к государственному первичному специальному эталону единицы силы электрического тока ГЭТ 88-2014 в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений силы переменного электрического тока от  $1 \cdot 10^{-8}$  до 100 А диапазоне частот от  $1 \cdot 10^{-1}$  до  $1 \cdot 10^6$  Гц, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 марта 2022 года. № 668.

1.3 В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблицах 1 – 3.

Таблица 1 – Метрологические характеристики контроллеров

Наименование характеристики	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений, %
Среднеквадратическое значение фазного напряжения переменного тока $U_1, U_2, U_3$ , В	от $0,6 \cdot U_{\text{НОМ}}$ до $1,20 \cdot U_{\text{НОМ}}$	$\pm 1$
Среднеквадратическое значение силы переменного тока $I_1, I_2, I_3$ , А	от $0,02 \cdot I_{\text{НОМ}}$ до $1,50 \cdot I_{\text{НОМ}}$	$\pm 1$
Коэффициент мощности фазный номинальной частоты $\cos\varphi_1, \cos\varphi_2, \cos\varphi_3$	от 0 до +1,0	$\pm 1$
Примечания:		
1. Значение номинального рабочего напряжения ( $U_{\text{НОМ}}$ ) составляет 220 В;		
2. Значение номинальной частоты составляет 50 Гц;		
3. Значение номинального тока ( $I_{\text{НОМ}}$ ) составляет 5 А.		

Таблица 2 – Метрологические характеристики контроллеров при измерениях активной электрической мощности

Значение силы переменного электрического тока, А	Значение напряжения переменного тока, В	Коэффициент мощности $\cos \varphi$	Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений в нормальных условиях, %
$0,02 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,05 \cdot I_{\text{НОМ}}$	от $0,6 \cdot U_{\text{НОМ}}$ до $1,2 \cdot U_{\text{НОМ}}$	1,0	$\pm 2,5$
$0,05 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 1,50 \cdot I_{\text{НОМ}}$			$\pm 2,0$
$0,05 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,10 \cdot I_{\text{НОМ}}$		0,5	$\pm 2,5$
$0,10 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 1,50 \cdot I_{\text{НОМ}}$			$\pm 2,0$
$0,10 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 1,50 \cdot I_{\text{НОМ}}$			0,25

Таблица 3 – Метрологические характеристики контроллеров при измерениях реактивной электрической мощности

Значение силы переменного электрического тока, А	Значение напряжения переменного тока, В	Коэффициент мощности $\sin \varphi$	Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений в нормальных условиях, %
$0,02 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,05 \cdot I_{\text{НОМ}}$	от $0,8 \cdot U_{\text{НОМ}}$ до $1,2 \cdot U_{\text{НОМ}}$	1,0	$\pm 2,5$
$0,05 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 1,50 \cdot I_{\text{НОМ}}$			$\pm 2,0$
$0,05 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,10 \cdot I_{\text{НОМ}}$		0,5	$\pm 2,5$
$0,10 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 1,50 \cdot I_{\text{НОМ}}$			$\pm 2,0$
$0,10 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 1,50 \cdot I_{\text{НОМ}}$			0,25

1.4 Метрологические характеристики контроллеров подтверждаются методом непосредственного сличения.

1.5 Допускается проведение поверки контроллеров в части отдельных измерительных каналов и/или поддиапазонов измерений из перечня, приведенного в описании типа, с обязательным указанием информации об объеме проведенной поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – ФИФОЕИ).

## 2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, представленные в таблице 4.

Таблица 4 – Перечень операций поверки средства измерений

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
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10

2.2 Последовательность проведения операций поверки обязательна.

2.3 Если при проведении той или иной операции получают отрицательный результат, дальнейшую поверку прекращают.

## 3 Требования к условиям проведения поверки средства измерений

3.1 При проведении поверки в лаборатории соблюдают следующие условия:

- температура окружающей среды, °С от +15 до +25
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80

3.2 В помещении не должно быть сквозняков и сильных конвекционных воздушных потоков.

#### 4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку средства измерений

К проведению поверки допускают персонал, изучивший эксплуатационную документацию на поверяемое устройство и средства измерений, участвующих при проведении поверки.

#### 5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют средства поверки, указанные в таблице 5.

Таблица 5 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +15 °С до +25 °С с абсолютной погрешностью не более 1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 % с погрешностью не более 2 %	Измеритель температуры и относительной влажности воздуха ИВТМ-7М-Д, рег. № 71394-18
п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Эталоны единицы электрического напряжения и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $2 \cdot 10^9$ Гц, утвержденной Приказом Росстандарта от 18.08.2023 г. № 1706 в диапазоне от 0 до 480 В при частоте 50 Гц, пределы допускаемой относительной погрешности $\pm 0,33$ %; Эталоны единицы силы электрического тока и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений силы переменного электрического тока от $1 \cdot 10^{-8}$ до 100 А диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^6$ Гц, утвержденной Приказом Росстандарта от 17.03.2022 г. № 668, в диапазоне от 0 до 7,5 при частоте 50 Гц, пределы допускаемой относительной погрешности $\pm 0,33$ %; Эталоны единицы электрической мощности и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений электроэнергетических величин в диапазоне частот от 1 до 2500 Гц, утвержденной Приказом Росстандарта от 23.07.2021 г. № 1436, от 0 до 1980 Вт пределы допускаемой относительной погрешности $\pm 0,66$ %, от 0 до 1980 Вар пределы допускаемой относительной погрешности $\pm 0,66$ %	Калибратор переменного тока РЕСУРС-К2М, рег. № 31319-12

5.2 Допускается использование других средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц

величин поверяемому средству измерений.

5.3 Средства измерений, применяемые при поверке, должны быть зарегистрированы в ФИФОЕИ, утвержденного типа, поверены в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений, и допущены к применению.

5.4 Эталоны единиц величин, применяемые при поверке, должны быть аттестованы в соответствии с порядком, утверждённым законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений и утверждены приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии.

## **6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки**

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования:

- правил технической эксплуатации электроустановок потребителей;
- правил безопасности при эксплуатации средств поверки и контроллеров, приведенных в эксплуатационных документах;
- инструкций по охране труда, действующих на объекте.

6.2 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационные документы контроллеров и средств поверки и прошедшие инструктаж по охране труда.

6.3 Монтаж электрических соединений проводится в соответствии с ГОСТ 12.3.032–84.

6.4 К электрическому монтажу допускаются лица, имеющие квалификационную группу по технике безопасности не ниже III в соответствии с «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», прошедшие специальную подготовку и имеющих удостоверение на право проведения поверки.

## **7 Внешний осмотр средства измерений**

7.1 Внешний осмотр проводится визуально:

- 7.2 Контроллер допускается к дальнейшей поверке, если
- внешний вид и комплектность контроллера соответствует описанию типа;
  - отсутствуют видимые дефекты, способные оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки;
  - отсутствуют видимые механические повреждения корпуса, все надписи на панелях должны быть четкими и ясными.

7.3 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 устройство допускается к дальнейшей поверке. При отсутствии возможности устранения дефектов, устройство к дальнейшей поверке не допускается, результаты поверки признают отрицательными.

## **8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений**

8.1 Средства поверки и контроллер выдерживают при условиях, указанных в разделе 3, не менее трех часов.

8.2 Средства поверки и контроллер подготавливают к работе в соответствии с их эксплуатационными документами.

8.3 Для опробования необходимо включить контроллер в соответствии с руководством по эксплуатации.

8.4 Удостовериться в полной загрузке контроллера в соответствии с руководством по эксплуатации.

8.5 Результаты опробования считают положительными, если при подаче на контроллер напряжения питания индикатор питания загорается.

## 9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Для проверки идентификационных данных программного обеспечения (далее – ПО) контроллера необходимо при помощи кнопок управления перейти в раздел данных о ПО и сравнить с соответствующими идентификационными данными, указанными в таблице 6.

Таблица 6 – Идентификационные данные ВПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	–
Номер версии (идентификационный номер ПО)	б.х.хххх
Цифровой идентификатор ПО	–
Примечание – «х» может принимать значения от 0 до 9 и не относится к метрологически значимой части ВПО.	

9.2 Результаты проверки идентификационных данных ПО считают положительными, если идентификационные данные ПО контроллера совпадают. При получении отрицательных результатов проверки поверку контроллера прекращают, результаты поверки признают отрицательными.

## 10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Основная формула, используемая при расчетах

10.1.1 Относительная погрешность измерений  $\delta$ , %, определяется по формуле

$$\delta = \frac{A_x - A_0}{A_0} \cdot 100 \%, \quad (1)$$

где  $A_x$  – измеренное значение параметра;

$A_0$  – эталонное значение параметра (измеренное с помощью прибора электроизмерительного эталонного многофункционального «Энергомонитор-3.1.КМ»).

10.2 Схема подключения контроллера при определении метрологических характеристик указана на рисунке 1.

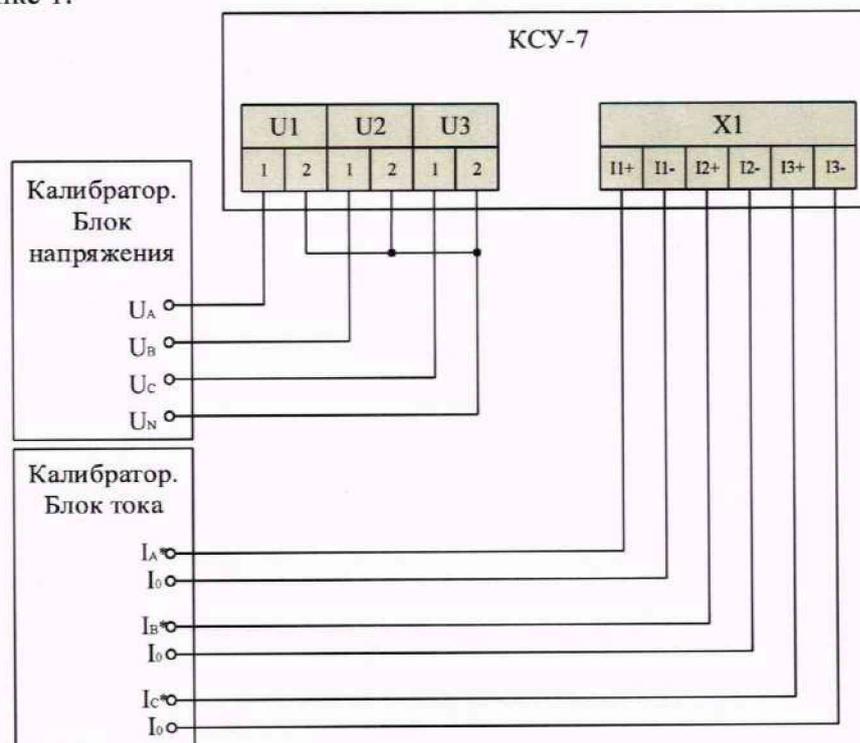


Рисунок 1 – Схема подключения контроллера при определении метрологических характеристик

### 10.3 Определение погрешности измерений значений фазного напряжения переменного тока

10.3.1 Подключить контроллер и средства поверки в соответствии с рисунком 1 и эксплуатационными документами.

10.3.2 Воспроизвести последовательно с помощью калибратора сигналы в соответствии с таблицей 7, при номинальных значениях частоты и среднеквадратических значений силы и напряжения переменного тока:  $f_{ном} = 50$  Гц,  $I_{ном} = 5,0$  А при  $U_{ном} = 220$  В.

Таблица 7 – Испытательные сигналы при определении относительной погрешности измерений среднеквадратического значения фазного переменного напряжения

Испытательный сигнал №	Среднеквадратическое значение напряжения переменного тока, % от $U_{ном}$			Среднеквадратическое значение силы переменного тока, % от $I_{ном}$			Угол фазового сдвига между фазными напряжениями и током, °
	$U_1$	$U_2$	$U_3$	$I_1$	$I_2$	$I_3$	
1	60	60	60	100			0
2	80	80	80				
3	100	100	100				
4	120	120	120				

10.3.3 Зафиксировать на дисплее контроллера значения фазного напряжения переменного тока, измеренные контроллером.

10.3.4 Вычислить значения основной относительной погрешности измерений фазного напряжения переменного тока для каждого испытательного сигнала по формуле (2).

10.3.5 Результаты поверки по п. 10.3 считаются положительными, если основная относительная погрешность измерений, рассчитанная по формуле (1), в каждой контрольной точке не выходит за пределы, указанные таблице 1. При получении отрицательных результатов поверку прекращают, результаты поверки признают отрицательными.

### 10.4 Определение погрешности измерений среднеквадратических значений силы переменного тока

10.4.1 Подключить контроллер и средства поверки в соответствии с рисунком 1 и эксплуатационными документами.

10.4.2 Воспроизвести последовательно с помощью калибратора сигналы в соответствии с таблицей 8, при номинальных значениях частоты и среднеквадратических значений силы и напряжения переменного тока:  $f_{ном} = 50$  Гц,  $I_{ном} = 5,0$  А при  $U_{ном} = 220$  В.

Таблица 8 – Испытательные сигналы при определении относительной погрешности измерений среднеквадратического значения силы переменного тока

Испытательный сигнал №	Среднеквадратическое значение напряжения переменного тока, % от $U_{ном}$			Среднеквадратическое значение силы переменного тока, % от $I_{ном}$			Угол фазового сдвига между фазными напряжениями и током, °
	$U_1$	$U_2$	$U_3$	$I_1$	$I_2$	$I_3$	
1	100			2	2	2	0
2				20	20	20	
3				50	50	50	
4				80	80	80	
5				100	100	100	
6				120	120	120	
7				150	150	150	

10.4.3 Зафиксировать на дисплее контроллера значения силы переменного тока, измеренные контроллером.

10.4.4 Вычислить значения основной относительной погрешности измерений силы переменного тока для каждого испытательного сигнала по формуле (2).

10.4.5 Результаты поверки по п. 10.4 считаются положительными, если основная относительная погрешность измерений, рассчитанная по формуле (1), в каждой контрольной точке не выходит за пределы, указанные таблице 1. При получении отрицательных результатов поверку прекращают, результаты поверки признают отрицательными.

### 10.5 Определение погрешности измерений активной и реактивной электрической мощности, и коэффициента мощности

10.5.1 Подключить контроллер и средства поверки в соответствии с рисунком 1 и эксплуатационными документами.

10.5.2 Воспроизвести последовательно с помощью калибратора сигналы в соответствии с таблицей 9, при номинальных значениях частоты и среднеквадратических значений силы и напряжения переменного тока:  $f_{ном} = 50$  Гц,  $I_{ном} = 5,0$  А при  $U_{ном} = 220$  В.

Таблица 9 – Испытательные сигналы при определении относительной погрешности измерений активной и реактивной электрической мощности, и коэффициента мощности

Испытательный сигнал №	Среднеквадратическое значение напряжения переменного тока, % от $U_{ном}$			Среднеквадратическое значение силы переменного тока, % от $I_{ном}$			Угол фазового сдвига между фазными напряжениями и током, °
	$U_1$	$U_2$	$U_3$	$I_1$	$I_2$	$I_3$	
1	60	60	60	100			0
2	80	80	80				0
3	100	100	100				0
4	120	120	120				0
5	150	150	150				0
6	100			2	2	2	0
7				20	20	20	0
8				50	50	50	0
9				80	80	80	0
10				120	120	120	0
11				150	150	150	0
12	120			150			0
13							30
14							60
15							90

10.5.3 Зафиксировать измеренные значения, отображаемые на дисплее контроллера.

10.5.4 По исходным параметрам испытательных сигналов проверить параметры, указанные в таблице 10.

Таблица 10 – Значения активной и реактивной электрической мощности, и коэффициента мощности

Испытательный сигнал №	Значение активной мощности, % от $U_{ном} \cdot I_{ном}$	Значение реактивной мощности, % от $U_{ном} \cdot I_{ном}$	Коэффициент мощности
1	60,000	-	1,000
2	80,000	0	1,000
3	100,000	0	1,000
4	120,000	0	1,000
5	150,000	0	1,000
6	2,000	0	1,000
7	20,000	0	1,000
8	50,000	0	1,000
9	80,000	0	1,000
10	120,000	0	1,000
11	150,000	0	1,000
12	180,000	0	1,000
13	155,885	90,000	0,866
14	90,000	155,885	0,500
15	0	180,000	0

10.5.5 Вычислить значения основной относительной погрешности измерений активной и реактивной электрической мощности, и коэффициента мощности для каждого испытательного сигнала по формуле (2).

10.5.6 Результаты поверки по п. 10.5 считаются положительными, если основная относительная погрешность измерений, рассчитанная по формуле (1), в каждой контрольной точке не выходит за пределы, указанные в таблицах 1-3. При получении отрицательных результатов поверку прекращают, результаты поверки признают отрицательными.

10.6 Соответствие средства измерений обязательным метрологическим требованиям подтверждается, если при проведении всех операций по таблице 4 настоящей методики получены положительные результаты, и значение погрешностей не превышает значений, указанных в таблицах 1-3.

## 11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки оформляют протоколом поверки произвольной формы с указанием даты проведения поверки, условий проведения поверки, применяемых средств поверки, результатов поверки.

11.2 Результаты поверки оформляются в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений.

11.3 По заявлению владельца контроллера или лица, представившего ее на поверку, при положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке контроллера, при отрицательных результатах поверки – извещение о непригодности к применению контроллера.

11.4 Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

11.5 При положительных результатах поверки отдельных измерительных каналов из состава контроллера и/или поддиапазонов измерений оформляют свидетельство о поверке контроллера в соответствии с утвержденным порядком с обязательным указанием информации об объеме проведенной поверки в ФИФОЕИ.