

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ
ВНИИМС

СОГЛАСОВАНО:

Генеральный директор

ООО «ПРОСНА-ЭЛЕКТРА»

Д.К. Печенкин

2020 г.



УТВЕРЖДАЮ:

Заместитель директора по производственной
метрологии ФГУП «ВНИИМС»

Н.В. Иванникова

2020 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Контроллеры КУЭ

Методика поверки

МП 206.1-107-2020

Москва

2020

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика распространяется на контроллеры КУЭ, изготавливаемые ООО «КРОСНА-ЭЛЕКТРА», г. Москва, и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок.

Контроллеры КУЭ предназначены для измерений электрической энергии, напряжения и силы постоянного тока, обработки, хранения и передачи измеренных значений во внешние накопители информации.

Контроллеры КУЭ рассчитаны для применения в составе общей системы технологического учета электроэнергии, потребляемой вагоном метрополитена.

Интервал между поверками – 10 лет.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 При проведении поверки выполняются операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

| Наименование операции | Номер пункта методики поверки | Обязательность проведения операции при | |
|--|-------------------------------|--|-----------------------|
| | | первичной поверке | периодической поверке |
| 1. Внешний осмотр | 7.1 | Да | Да |
| 2. Опробование | 7.2 | Да | Да |
| 3. Проверка электрической прочности изоляции | 7.3 | Да | Нет |
| 4. Проверка электрического сопротивления изоляции | 7.4 | Да | Нет |
| 5. Подтверждение соответствия встроенного программного обеспечения | 7.5 | Да | Да |
| 6. Определение нормируемых метрологических характеристик | 7.6 | Да | Да |
| 7. Оформление результатов | 8 | Да | Да |

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

1.3 После устранения недостатков, вызвавших отрицательный результат, контроллер КУЭ вновь представляют на поверку.

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны применяться эталоны и вспомогательное оборудование, перечисленные в таблице 2.

2.2 Все эталоны, применяемые при поверке, должны быть поверены (аттестованы) в установленном порядке и иметь действующие свидетельства о поверке (аттестации).

Таблица 2 – Средства поверки

| Наименование, обозначение | Номер пункта методики | Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде |
|---|-----------------------|--|
| Универсальная пробойная установка УПУ-10: испытательное напряжение частотой 50 Гц – от 0 до 10 кВ; мощность – не менее 500 Вт; погрешность установления напряжения – не более $\pm 5\%$ | 7.3 | 78504-20 |
| Мегаомметр М4100/2: Класс точности – 1,0 Диапазон измерений – от 0 до 500 кОм | 7.4 | 3424-73 |
| Прикладное ПО: Программа работы с контроллером КУЭ, предоставляемая предприятием-изготовителем | 7.5 | - |
| Вспомогательный переносной компьютер класса Notebook или ПК | 7.5 | - |
| Калибратор универсальный FLUKE 9100: Погрешность формирования сигнала постоянного напряжения – $\pm 0,004\%$, постоянного тока – $\pm 0,01\%$ Диапазоны выходного напряжения – от 0 до 1050 В, тока – от 0 до 20 А Частота основного сигнала – от 48 до 63 Гц | 7.2; 7.6 | 25985-09 |
| Калибратор электрической мощности FLUKE 6100A: Погрешность формирования сигнала постоянного напряжения – $\pm 0,002\%$, постоянного тока – $\pm 0,005\%$ Диапазоны выходного напряжения – от 0 до 1000 В, тока – от 0 до 21 А | 7.2; 7.6 | 33864-07 |
| Секундомер электронный СТЦ-2М | 7.2; 7.6 | 65349-16 |

2.3 Допускается использование других средств измерений, обеспечивающих измерение соответствующих параметров с требуемой точностью.

3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

3.1 К проведению поверки допускаются лица, аттестованные в качестве поверителей и 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 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, установленные, ГОСТ 12.3.019-80, «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также требования безопасности на средства поверки, поверяемые контроллеры КУЭ изложенные в их руководствах по эксплуатации.

4.2 Осмотр контроллера с аттенуатором и их обслуживание должны проводиться только после снятия питающего напряжения.

5 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С 23 ± 5 ;
- атмосферное давление, кПа 70...106,7;
- относительная влажность окружающего воздуха, % 30...80;
- напряжение питающей сети переменного тока, В 220 ± 10 ;
- частота питающей сети переменного тока, Гц 50 ± 5 ;

При периодической поверке на месте эксплуатации допускается проводить поверку в рабочих условиях эксплуатации контроллеров КУЭ, если при этом соблюдаются условия применения средств поверки.

6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

Перед поверкой должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

6.1 Проверены документы, подтверждающие электрическую безопасность.

6.2 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.

6.3 Средства измерений, используемые при поверке, поверены и подготовлены к работе согласно их руководствам по эксплуатации.

6.4 Перед проведением поверки необходимо ознакомиться с эксплуатационной документацией на контроллеры КУЭ.

6.5 Перед проведением поверки необходимо выдержать поверяемое оборудование в нормальных условиях не менее 1 ч, если оборудование находилось в условиях, отличающихся от указанных в п 5.1.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие проверяемого контроллера КУЭ следующим требованиям:

- комплектность средства измерений должна соответствовать перечню, приведенным в Руководстве по эксплуатации;
- отсутствие трещин, царапин, загрязнений и других изъянов, влияющих на функционирование контроллера КУЭ и аттенуатора;
- отсутствие механических повреждений, загрязнений электронных компонентов и соединителей на платах контроллера КУЭ и аттенуатора;

- отсутствие неудовлетворительных креплений деталей;
- все разъемы не должны иметь повреждений и должны быть чистыми.

7.1.2 При наличии дефектов выписывается извещение о непригодности, поверяемый контроллер КУЭ бракуется и подлежит ремонту.

7.1.3 Результаты проверки считают положительными, если выполняются все вышеуказанные требования.

7.2 Опробование

7.2.1 Непосредственно перед проведением поверочных работ необходимо:

Подготовить поверяемое изделие и используемые средства проверки к работе в соответствии с настоящей методикой проверки.

Установить органы управления, используемых при проверке средств, в исходное положение, подключить их к сети питания и прогреть в течение времени, регламентированного в их Руководствах по эксплуатации.

К выходу контроллера КУЭ подключить блок индикации.

7.2.2 Опробование проводится путем подачи на силовые цепи контроллера КУЭ постоянного напряжения в диапазоне 0,015-1,024 В, при использовании аттенюатора 1-1000 В. Далее обеспечивается протекание через тяговые цепи контроллера КУЭ постоянного тока до 0,333 А и силовые цепи в диапазоне 0,0005-0,1 А.

7.2.3 Показания с выходных портов контроллера КУЭ фиксируются с помощью блока индикации.

7.2.4 Контроллер КУЭ с аттенюатором считается выдержавшим проверку, если показания на экране блока индикации отличаются от показаний поверительных приборов не более чем на допустимую погрешность.

7.3 Проверка электрической прочности изоляции.

7.3.1. Проверку электрической прочности изоляции напряжением переменного тока частотой 50 Гц проводят с помощью пробойной установки УПУ-10.

7.3.2 Проверка может производиться в составе штатного блока БРУ, на котором установлены контроллер с аттенюатором, или в составе другого блока, где предполагается их установка.

7.3.3 Проверка электрической прочности изоляции аттенюатора производится подачей испытательного напряжения переменного тока частотой 50 Гц относительно корпуса блока в течение 1 минуты.

7.3.4 Электрическая изоляция контроллера с аттенюатором относительно корпуса, а также изоляция цепей, электрически не связанных между собой, в нормальных условиях должна выдерживать испытательное переменное напряжение в течение (60 ± 5) с:

- между силовой цепью аттенюатора и корпусом блока не менее 4 кВ;
- между цепями управления и корпусом блока не менее 1,5 кВ;
- между силовой цепью аттенюатора и цепями управления не менее 4 кВ.

7.3.5 Результат проверки электрической прочности изоляции считается положительным, если при проведении испытаний не произошло пробоя или поверхностного перекрытия изоляции.

7.4 Проверка электрического сопротивления изоляции.

7.4.1 Проверку электрического сопротивление изоляции проводят с помощью мегомметра М4100/2 при испытательном напряжении 500 В.

7.4.2 Проверка производится путем измерения сопротивления изоляции между цепями контроллера (аттенюатора) и корпусом блока.

7.4.3 Проверка может производиться в составе штатного блока БРУ, на котором установлены контроллер с аттенюатором, или в составе другого блока, где предполагается их установка.

7.4.4 Результаты поверки считаются положительными, если измеренное значение сопротивления изоляции составило:

- между элементами силовой цепи аттенюатора относительно корпуса блока не менее 10 МОм;
- между элементами цепей управления относительно корпуса блока не менее 5 МОм;
- между силовой цепью аттенюатора и цепями управления не менее 10 Мом.

7.5 Подтверждение соответствия встроенного программного обеспечения.

7.5.1 Проверяется соответствие следующих заявленных идентификационных данных программного обеспечения (далее - ПО):

- наименование ПО;
- номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения;
- уровень защиты ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений.

Идентификация ПО Counter осуществляется через интерфейс пользователя и отображается в правом верхнем углу экрана

7.5.2 Результаты проверки считаются положительными, если номер версии ПО контроллера КУЭ совпадает с описанием ПО в описании типа средства измерений.

7.5.3 Сведения об идентификационных данных (признаках) ПО СИ и методах его идентификации фиксируют в виде, представленном в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

| Идентификационные данные (признаки) | Значение |
|--|-----------------|
| Идентификационное наименование ПО | ПО Counter |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже | 2.3 |
| Цифровой идентификатор ПО | Не используется |

7.6 Определение нормируемых метрологических характеристик

7.6.1 Определение пределов допускаемой основной приведенной погрешности измерения силы постоянного тока.

Определение пределов допускаемой основной приведенной погрешности измерения силы постоянного тока проводят методом прямых измерений с помощью калибратора Fluke 9100 следующим образом:

1. К измерительным входам контроллера КУЭ подключить калибратор универсальный.
2. К выходам контроллера КУЭ подключить блок индикации для снятия показаний.
3. Перевести калибратор в режим воспроизведения силы постоянного тока.
4. Перевести контроллер КУЭ в режим измерения силы постоянного тока.
5. Провести измерения в точках, соответствующих -0,333 А; -0,1 А; 0,1 А; 0,333 А.
6. Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерения силы постоянного тока определяются по формуле:

$$\gamma = \pm \frac{I_x - I_0}{I_n} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где

$I_x = \frac{I_{xk}}{KI_x}$ – показания контроллера КУЭ, приведенные к входу подключения калибратора, А,

I_{xk} – показания контроллера КУЭ, А,

KI_x – коэффициент передачи по току датчика, устанавливаемого в БРУ в соответствующий канал измерения тока (например, для тяговой цепи $KI_x = 5000$, а для силовой вспомогательной цепи $KI_x = 2000$);

I_0 – показания калибратора, А;

I_n – нормирующее значение, равное значению диапазона выходного сигнала, А.

Результаты поверки считают положительными, если полученные значения приведенной погрешности измерения силы постоянного тока не превышают нормируемых значений, указанных в описании типа на контроллеры КУЭ.

7.6.2 Определение пределов допускаемой основной приведенной погрешности измерения напряжения постоянного тока.

Определение пределов допускаемой основной приведенной погрешности измерения напряжения постоянного тока контроллеров КУЭ проводят методом прямых измерений с помощью калибратора Fluke 9100 следующим образом:

1. К измерительным входам контроллера КУЭ подключить калибратор универсальный.
2. К выходам контроллера КУЭ подключить блок индикации для снятия показаний.
3. Перевести калибратор в режим воспроизведения напряжения постоянного тока.
4. Перевести контроллер КУЭ в режим измерения напряжения постоянного тока.
5. Провести измерения в точках, соответствующих 0,015 В; 0,3 В; 0,5 В; 0,8 В; 1,024 В.
6. Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерения напряжения постоянного тока определяются по формуле:

$$\gamma = \pm \frac{U_x - U_0}{U_n} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где

$U_x = KU_x \cdot U_{xk} + U_{x0}$ – показания контроллера КУЭ, приведенные к входу подключения калибратора, В

U_{xk} – показания контроллера КУЭ, В,

$KU_x = 0,00101$ – коэффициент передачи по напряжению аттенюатора устанавливаемого в БРУ;

$U_{x0} = 0,015$ В – напряжение смещения аттенюатора, устанавливаемого в БРУ;

U_0 – показания калибратора, В;

U_n – нормирующее значение, равное значению диапазона выходного сигнала, В.

Результаты поверки считают положительными, если полученные значения приведенной погрешности измерения напряжения постоянного тока не превышают нормируемых значений, указанных в описании типа на контроллеры КУЭ.

7.6.3 Определение пределов допускаемой основной приведенной погрешности измерения напряжения постоянного тока контроллеров КУЭ при использовании аттенюатора

Определение пределов допускаемой основной приведенной погрешности измерения напряжения постоянного тока контроллеров КУЭ при использовании аттенюатора проводят методом прямых измерений с помощью калибратора Fluke 9100 следующим образом:

1. Подключить аттенюатор к контроллеру КУЭ тока в соответствии с конструкторской документацией.
2. Подключить к измерительным входам контроллера КУЭ калибратор универсальный.
3. К выходам контроллера КУЭ подключить блок индикации для снятия показаний.
4. Перевести калибратор в режим воспроизведения напряжения постоянного тока.

5. Перевести контроллер КУЭ с аттенюатором в режим измерения напряжения постоянного тока.

6. Провести измерения в точках, соответствующих 1 В, 200 В, 400 В, 600 В, 800 В, 1000 В.

7. Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерения напряжения постоянного тока определяются по формуле:

$$\gamma = \pm \frac{U_x - U_0}{U_n} \cdot 100\%, \quad (3)$$

где

U_x – показания контроллера КУЭ при использовании аттенюатора, В;

U_0 – показания калибратора, В;

U_n - нормирующее значение, равное значению диапазона выходного сигнала, В.

Результаты поверки считают положительными, если полученные значения приведенной погрешности измерения напряжения постоянного тока не превышают нормируемых значений, указанных в описании типа на контроллеры КУЭ.

7.6.4 Определение пределов допускаемой основной относительной погрешности измерения электроэнергии

Определение пределов допускаемой основной относительной погрешности измерения электроэнергии проводят методом прямых измерений с помощью калибратора электрической мощности Fluke 6100A следующим образом:

1. К выходам для воспроизведения напряжения и силы постоянного тока калибратора Fluke 6100A подключить соответствующие входы поверяемого контроллера КУЭ.

2. К выходам контроллера КУЭ подключить блок индикации для снятия показаний.

3. Установить на входе калибратора Fluke 6100A значения испытательного сигнала в соответствие с таблицей 4.

Таблица 4 – Значения испытательного сигнала

| Напряжение постоянного тока, В | Сила постоянного тока, А | Время измерения, с |
|-----------------------------------|-----------------------------|--------------------|
| $U_{ном}$ | $0,05I_{ном}$ | 3600 |
| $U_{ном}$ | $0,1I_{ном}$ | 3600 |
| $U_{ном}$ | $I_{ном}$ | 600 |
| $U_{ном}$ | I_{max} | 600 |

4. По секундомеру производить отсчет интервала времени Δt .

5. Фиксировать значения электроэнергии, измеренной контроллером КУЭ на блоке индикации.

6. Пределы допускаемой относительной погрешности измерения электроэнергии определяются по формуле:

$$\delta = \pm \frac{W_x - W_0}{W_0} \cdot 100\%, \quad (4)$$

где

$W_x = \frac{KU_x}{KI_x} \cdot (W_{xk} - W_{xk0})$ – показания контроллера КУЭ, приведенные к входу подключения калибратора, В;

$KU_x = 0,00101$ – коэффициент передачи по напряжению аттенюатора, устанавливаемого в БРУ;

I_x – коэффициент передачи по току датчика, устанавливаемого в БРУ в соответствующий канал измерения тока (например, для тяговой цепи $KI_x = 5000$, а для силовой вспомогательной цепи $KI_x = 2000$);

W_{xk} – показания контроллера КУЭ в конце испытаний, кВт·ч;

W_{xk0} – показания контроллера КУЭ до начала испытаний, кВт·ч;

W_0 – воспроизводимое значение электроэнергии, кВт·ч, рассчитываемое по формуле:

$$W_0 = UI\Delta t \quad (5)$$

Результаты поверки считают положительными, если полученные значения относительной погрешности измерения электроэнергии не превышают нормируемых значений, указанных в описании типа на контроллеры КУЭ.

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 На основании положительных результатов поверки контроллеров КУЭ выписывают свидетельство о поверке в соответствии с Приказом Минпромторга России от 02.07.2015 № 1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

8.2 Знак поверки наносится в месте, установленном в описании типа средства измерений.

8.3 При отрицательных результатах поверки хотя бы по одному из пунктов методики поверки контроллеров КУЭ признается негодным к дальнейшей эксплуатации и на него выдают извещение о непригодности в соответствии с Приказом Минпромторга России от 02.07.2015 № 1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке» с указанием причин.

Начальник отдела 206.1
ФГУП «ВНИИМС»

С.Ю. Рогожин

Начальник сектора 206.1/1
ФГУП «ВНИИМС»

М.В. Гришин