



**ВНИИМС**

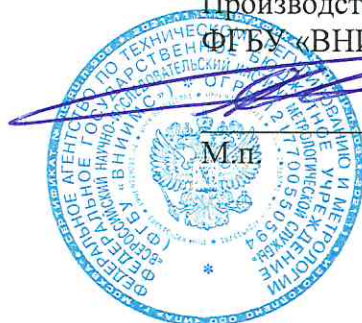
Федеральное государственное  
бюджетное учреждение  
«Всероссийский научно-исследовательский  
институт метрологической службы»

119361, г. Москва, ул. Озерная, 46

Тел.: (495) 437 55 77  
E-mail: Office@vniims.ru

Факс: (495) 437 56 66  
www.vniims.ru

СОГЛАСОВАНО  
Заместитель директора по  
Производственной метрологии  
ФГБУ «ВНИИМС»



А.Е. Коломин

«06» 06 2022 г.

**ГСИ. ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ  
ЦИФРОВЫЕ SICAM T 7KG9661**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

**МП 206.2-002-22**

г. Москва

2022 г.

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодических проверок преобразователей измерительных цифровых SICAM T 7KG9661, изготавливаемых фирмой «Siemens AG», Германия

Преобразователи измерительные цифровые SICAM T 7KG9661 (далее - приборы) предназначены для измерения электрических параметров в однофазных, трехфазных трехпроводных и трехфазных четырехпроводных электрических сетях переменного тока, аналогового преобразования параметров электрической сети в унифицированные сигналы постоянного тока и напряжения, передачи результатов измерений по цифровым интерфейсам, управления исполнительными механизмами.

Выполнение всех требований настоящей методики обеспечивает прослеживаемость поверяемого средства измерений к государственному первичному эталону:

ГЭТ 153-2019 «Государственный первичный эталон единицы электрической мощности в диапазоне частот от 1 до 2500 Гц»

Передача размеров единиц величин при поверке осуществляется методами прямых измерений, сличения показаний или компарирования.

Периодическая поверка приборов 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.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

1.1 При поверке выполняются операции, указанные в таблице 1.

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

Таблица 1

Наименование операций поверки	Проведение операций при поверке		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной	периодической	
1. Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
2. Контроль условий поверки	Да	Да	3
3. Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
4. Проверка программного обеспечения	Да	Да	9
5. Определение метрологических характеристик средства измерений	Да	Да	10
6. Подтверждение соответствия средств измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11
7. Оформление результатов поверки	Да	Да	12

## 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха ( $23 \pm 1$ ) °С;
- относительная влажность от 30 до 75%;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа или от 630 до 795 мм. рт. ст.;
- напряжение питания переменного тока ( $220,0 \pm 2,2$ ) В;

- частота ( $50,0 \pm 0,5$ ) Гц.

#### 4. ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

К поверке допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на поверяемые средства измерений, эксплуатационную документацию на средства поверки.

#### 5. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны применяться средства измерений, перечисленные в таблице 2.

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

5.3. Все средства поверки должны быть исправны, поверены.

Таблица 2

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
3. Контроль условий поверки	<p>Средства измерений температуры окружающего воздуха в диапазоне от плюс 22 до плюс 24 °С с пределами допускаемой основной абсолютной погрешности не более <math>\pm 0,7</math> °С;</p> <p>Средства измерений влажности воздуха в диапазоне от 30 до 75 % с пределами допускаемой основной абсолютной погрешности измерений не более <math>\pm 2,5</math> %</p> <p>Средства измерений давления в диапазоне от 84 до 106 кПа с пределами допускаемой основной относительной погрешности измерений <math>\pm 1,5</math> %;</p> <p>Средства измерений параметров сети электропитания по ГОСТ 32144</p>	<p>Термогигрометр электронный «CENTER», модель 314, рег. № 22129-09;</p> <p>Барометр-анероид М-110, рег. № 3745-73;</p> <p>Мультиметр 3458А, рег. № 77012-19</p>
9. Определение метрологических характеристик средства измерений	<p>Средства воспроизведения следующих величин:</p> <p>Диапазон воспроизведений напряжения до 1000 В. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока <math>\pm(0,0009 \cdot U + 1,6 \text{ мВ})</math>;</p> <p>Диапазон воспроизведений силы тока до 30 А. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения силы переменного тока <math>\pm(0,0009 \cdot I + 400 \text{ мкА})</math>;</p> <p>Диапазон воспроизведений частоты до 10 МГц. Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения частоты <math>\pm 0,0001</math> %;</p> <p>Диапазон воспроизведений угла фазового сдвига между напряжением и током основной частоты от минус 180° до плюс 180°, Пределы допускаемой</p>	<p>Калибратор многофункциональный серии 3000 мод. 3010, рег. № 34284-07</p> <p>Мультиметр 3458А, рег. № 77012-19</p>

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	<p>абсолютной погрешности воспроизведения угла фазового сдвига <math>\pm 0,5^\circ</math>.</p> <p>. Диапазон измерений напряжения постоянного тока от -10 до +10 В. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока <math>\pm (0,000008 \cdot U + 0,0000005)</math> В.</p> <p>Диапазон измерений силы постоянного тока от -100 до +100 мА. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения силы постоянного тока <math>\pm (0,000035 \cdot I + 0,0000005)</math> мА.</p>	

## 6. ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 Помещение для проведения поверки должно соответствовать правилам техники безопасности и производственной санитарии.

6.2 При проведении поверки необходимо соблюдать правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок и требования безопасности, определенные в эксплуатационных документах.

6.3 К работе на электроустановках следует допускать лиц, прошедших инструктаж по технике безопасности и имеющих удостоверение о проверке знаний. Специалист, осуществляющий поверку, должен иметь квалификационную группу по электробезопасности не ниже третьей.

## 7. ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Перед поверкой должен быть проведен внешний осмотр, при котором должно быть установлено соответствие проверяемого прибора следующим требованиям:

1. Комплектность прибора должна 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. Все надписи должны быть четкими и ясными;
4. Все разъемы, клеммы и измерительные провода не должны иметь повреждений и должны быть чистыми.

При наличии дефектов поверяемый прибор бракуется и подлежит ремонту.

## 8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

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 ГОСТ 12.2.007.0-75 и ГОСТ 12.2.007.3-75.

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

4. При опробовании необходимо подключить преобразователь к поверочной установке, подать номинальное значение напряжения, проверить работоспособность дисплея, функциональных клавиш, режимы, отображаемые на дисплее, должны соответствовать выбранным при нажатии соответствующих клавиш и требованиям руководства по эксплуатации.

## 9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Подключить поверяемый прибор к источнику входного сигнала в соответствии со схемой, приведенной на его корпусе.

Подключить поверяемый прибор к внешнему ПК через интерфейс Ethernet.

Подать питание на прибор.

Установить связь между ПК и поверяемым прибором с помощью интернет-браузера (например, Microsoft Internet Explorer).

Убедиться в том, что в графическом интерфейсе пользователя отображаются четыре вкладки: «Information», «Configure», «Value View», «Maintenance». Вкладки открываются, прибор конфигурируется, отображает текущие установки, результаты измерений, журнал событий и т.д.

При неверном функционировании прибор бракуется и направляется в ремонт. Подтверждение соответствия программного обеспечения.

После установления связи ПК и поверяемого прибора в графическом интерфейсе пользователя на вкладке «Information» проверить номер версии встроенного ПО (Firmware). Он должен быть не ниже указанного в таблице 4.

При невыполнении этих требований поверка прекращается и прибор бракуется

Таблица 4 - Характеристики программного обеспечения (ПО)

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Firmware
Номер версии (идентификационный номер ПО)	не ниже 02.01.01
Цифровой идентификатор ПО	-

## 10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### 10.1 Метрологические характеристики, подлежащие определению

Таблица 3 - Метрологические характеристики

Измеряемая (преобразуемая) физическая величина	Диапазон измерений (преобразования)	Пределы допускаемой погрешности измерений (преобразования)
Напряжение переменного тока от 0,1 до 1,2 номинального диапазона, В - фазное - линейное	63,5; 110; 230; 400 110; 190; 400; 690	$\pm 0,2\%$ ( $\delta$ )
Сила переменного тока, А	1; 5	$\pm 0,2\%$ ( $\delta$ )
Частота переменного тока, Гц	50; 60	$\pm 0,01$ ( $\Delta$ )
Угол фазового сдвига, градус	от -180 до 180	$\pm 2$ ( $\Delta$ )
Сила постоянного тока, мА <sup>1)</sup>	от -20 до 20	$\pm 0,2\%$ ( $\delta$ )

Измеряемая (преобразуемая) физическая величина	Диапазон измерений (преобразования)	Пределы допускаемой погрешности измерений (преобразования)
Напряжение постоянного тока, В <sup>1)</sup>	от -10 до 10	±0,1 % (δ)

Примечание: δ - относительная погрешность;

Δ - абсолютная погрешность;

<sup>1)</sup> - выходные унифицированные сигналы

### 10.2 Определение пределов допускаемой относительной погрешности измерения напряжения переменного тока

Проверка погрешности счетчика при измерении среднеквадратических значений фазного напряжения переменного тока проводится при базовом токе, коэффициенте мощности 1 и следующих значениях напряжения:  $0,1U_{ном}$ ,  $U_{ном}$ ,  $1,2 U_{ном}$  ( $U_{ном}=63,5; 110; 230; 400$  В). С помощью конфигурационного программного обеспечения считать из счетчика значение фазного напряжения  $U_{сч}$ . С дисплея калибратора считать показания фазного напряжения  $U_{обр}$ . Определить погрешность измерения напряжения по формуле:

$$\delta U = \frac{U_{сч} - U_{обр}}{U_{обр}} \cdot 100\% . \quad (1)$$

Результат проверки признают положительным, если погрешность при измерении напряжения не превышает значений, указанных в таблице 3. При невыполнении требований прибор бракуется и направляется в ремонт.

### 10.3 Определение пределов допускаемой относительной погрешности измерения силы переменного тока

Проверка погрешности счетчика при измерении среднеквадратических значений силы переменного тока производится при номинальном напряжении, коэффициенте мощности 1 и следующих значениях силы переменного тока:  $0,1I_{ном}$ ,  $0,2I_{ном}$ ,  $I_{ном}$  и  $1,2I_{ном}$ . С помощью конфигурационного программного обеспечения считать из счетчика значение тока  $I_{сч}$ . С дисплея калибратора считать показания тока  $I_{обр}$ . Определить погрешность измерения тока по формуле:

$$\delta I = \frac{I_{сч} - I_{обр}}{I_{обр}} \cdot 100\% . \quad (2)$$

Результат проверки признают положительным, если погрешность при измерении тока не превышает значений, указанных в таблице 3. При невыполнении требований прибор бракуется и направляется в ремонт.

### 10.4 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения частоты

Проверка погрешности счетчика при измерении частоты проводится при номинальном напряжении и силе тока и при значениях частоты: 50 Гц и 60 Гц. С помощью конфигурационного программного обеспечения считать из счетчика значение частоты сети  $F_{сч}$ . С дисплея калибратора считать показания частоты сети  $F_{обр}$ . Определить погрешность измерения частоты по формуле:

$$\Delta F = F_{сч} - F_{обр} . \quad (3)$$

Результат проверки признают положительным, если погрешность при измерении частоты не превышает значений, указанных в таблице 3. При невыполнении требований прибор бракуется и направляется в ремонт.

## 10.5 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения угла фазового сдвига

Определение погрешности измерения угла фазового сдвига производить методом прямого измерения поверяемым прибором угла фазового сдвига, воспроизводимого эталонной мерой - калибратором.

Подключение поверяемого прибора к эталонному СИ осуществлять в соответствии со схемой подключения, указанной на его корпусе.

Определение погрешности прибора проводить в точках, указанных в таблице 5.

С помощью конфигурационного программного обеспечения считать из счетчика значение угла фазового сдвига  $\varphi_{сч}$ . С дисплея поверочной установки считать показания угла фазового сдвига  $\varphi_{обр}$ . Определить погрешность измерения угла фазового сдвига по формуле:

$$\Delta\varphi = \varphi_{сч} - \varphi_{обр} \quad (4)$$

где:  $\varphi_{сч}$  - показания поверяемого прибора;

$\varphi_{обр}$  - показания калибратора.

Таблица 5

Фазовый угол между напряжением и током первой гармоники, $\varphi$ , градус	Значение коэффициента мощности, $\cos\varphi$
0	1
90	0
180	- 1

Результат проверки признают положительным, если погрешность при измерении угла фазового сдвига не превышает значений, указанных в таблице 3. При невыполнении требований прибор бракуется и направляется в ремонт.

## 10.6 Определение пределов допускаемой относительной погрешности преобразования напряжения постоянного тока

Определение погрешности производить методом прямого измерения поверяемым Проверка погрешности преобразования входной и выходной физических величин определяется для преобразователя, исходя из его параметров по следующему алгоритму:

Определение погрешности производить методом прямого измерения поверяемым прибором напряжения (или силы) переменного тока, воспроизводимого эталонной мерой - калибратором. За результат измерений принимается значение напряжения, измеренное мультиметром, подключенным к выходу поверяемого прибора.

Подключение поверяемого прибора к эталонным СИ осуществлять в соответствии со схемой подключения, указанной на его корпусе.

Определение погрешности прибора проводить в точке, соответствующей номинальному значению напряжения (или силы) переменного тока.

Частота входного сигнала 50 Гц.

Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если:

- во всех поверяемых точках пределы допускаемой погрешности, определенные по формуле:

$$\delta U = \frac{U_{сч} - U_{обр}}{U_{обр}} \cdot 100\% \quad (5)$$

где:  $U_{сч}$  - значение выходного напряжения поверяемого прибора (показания эталонного

мультиметра), В;

$U_{обр}$  - номинальное значение выходного напряжения поверяемого прибора, В, соответствующее испытываемой точке, определяемое исходя из функции преобразования входной и выходной физических величин;

не превышают значений, указанных в РЭ.

При невыполнении требований прибор бракуется и направляется в ремонт.

*Примечание. Функция преобразования входной и выходной физических величин определяется для преобразователя, исходя из его параметров по следующему алгоритму:*

$$Y=(X-X_0)*(AY/AX)+Y_0, \quad (6)$$

где

$Y$  - значение выходной величины;

$X$  - текущее значение входной величины;

$X_0$  - начальное значение входной величины;

$AY$  - диапазон изменений выходной величины;

$AX$  - диапазон изменений входной величины;

$Y_0$  - начальное значение выходной величины

Пример расчет приведен ниже. Вариант 1.

На входе преобразователя номинальный ток 1 А. Заданный диапазон изменений тока 0,8 - 1,2 А.

На выходе преобразователя напряжение -10\_0\_+10 В.

Номинальное значение силы тока на входе, А	Номинальное значение напряжения на выходе, В
0,8	-10
0,88	-6
0,96	-2
1	0
1,04	5
1,12	6
1,2	10

## 10.7 Определение пределов допускаемой относительной погрешности преобразования силы постоянного тока

Определение погрешности производить методом прямого измерения поверяемым прибором напряжения (или силы) переменного тока, воспроизводимого эталонной мерой – калибратором. За результат измерений принимается значение силы тока, измеренное мультиметром, подключенным к выходу поверяемого прибора.

Подключение поверяемого прибора к эталонным СИ осуществлять в соответствии со схемой подключения, указанной на его корпусе.

Определение погрешности прибора проводить в точке, соответствующей номинальному значению напряжения (или силы) переменного тока.

Частота входного сигнала 50 Гц.

Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если:

- во всех поверяемых точках пределы допускаемой погрешности, определенные по формуле:



$$\delta I = \frac{I_{сч} - I_{обр}}{I_{обр}} \cdot 100\% \quad (7)$$

где:  $I_{сч}$  - значение выходного тока поверяемого прибора (показания эталонного мультиметра), мА;

$I_{обр}$  - номинальное значение выходного тока поверяемого прибора, мА, соответствующее испытываемой точке, определяемое исходя из функции преобразования входной и выходной физических величин;

не превышают значений, указанных в РЭ.

При невыполнении требований прибор бракуется и направляется в ремонт.

Пример расчет приведен ниже. Вариант 2.

На входе преобразователя номинальное напряжение 230 В. Заданный диапазон изменений напряжения 210 - 250 В. На выходе преобразователя ток -20\_0\_+20 мА.

Номинальное значение напряжения на входе, В	Номинальное значение силы тока на выходе, мА
210	-20
220	-10
226	-4
230	0
234	4
242	12
250	20

## 11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

Критериями принятия специалистом, проводившим поверку, решения по подтверждению соответствия средства измерений метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, являются: обязательное выполнение всех процедур, перечисленных в разделе 8.

Конечные результаты расчетов должны быть представлены с соблюдением правил округления и обязательным указанием единиц измерений вычисленной физической величины. Результаты считают удовлетворительными, если полученные (рассчитанные) значения погрешностей не превышают значений, приведённых в описании типа.

## 12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Сведения о результатах поверки средств измерений передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.2 При положительных результатах поверки по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, на средство измерений наносится знак поверки, и (или) выдается свидетельство о поверке средства измерений, и (или) в паспорт средства измерений вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

11.3 При отрицательных результатах поверки по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности к применению средства измерений, оформленное в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами.

11.4 Требования к оформлению протокола поверки не предъявляются.

Начальник лаборатории 206.2

Зам. начальника лаборатории 206.2



А.А. Куцобин

С.И. Зюзя