



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

119361, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный
округ Очаково-Матвеевское, ул. Озерная, д. 46

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

Факс: (495) 437 56 66
www.vniims.ru

СОГЛАСОВАНО

Зам. директора
по производственной метрологии


А.Е. Коломин
2022 г.



**ГСИ. Датчики комбинированные
электронные тока и напряжения SMT**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
№ МП206.1-112-2022**

г. Москва
2022 г.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящая методика поверки (далее – методика) распространяется на датчики комбинированные электронные тока и напряжения SMT (далее – датчики) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки. Определение погрешностей коэффициента масштабного преобразования напряжения и тока, а также погрешностей угла фазового сдвига напряжения и тока датчиков осуществляется методом сличения с эталоном.

1.2. Датчики должны соответствовать требованиям ГОСТ Р МЭК 60044-7-2010, ГОСТ Р МЭК 60044-8-2010, ГОСТ Р 59408-2021 (МЭК 61869-10:2017) и ГОСТ Р 59409-2021 (МЭК 61869-11:2017).

1.3. Испытуемые датчики являются средствами измерений по приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.12.2019 г. №3453 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений коэффициента масштабного преобразования и угла фазового сдвига электрического напряжения переменного тока промышленной частоты в диапазоне от $0,1/\sqrt{3}$ до $750/\sqrt{3}$ и средств измерений электрической емкости и тангенса угла потерь на напряжении переменного тока промышленной частоты в диапазоне от 1 до 500 кВ» и по приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27.12.2018 г. №2768 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений коэффициентов преобразования силы электрического тока». Прослеживаемость испытуемых датчиков к ГЭТ 175-2019 и ГЭТ 152-2018 устанавливается путем применения при поверке рабочих эталонов 2-го разряда по приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.12.2019 г. №3453 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений коэффициента масштабного преобразования и угла фазового сдвига электрического напряжения переменного тока промышленной частоты в диапазоне от $0,1/\sqrt{3}$ до $750/\sqrt{3}$ и средств измерений электрической емкости и тангенса угла потерь на напряжении переменного тока промышленной частоты в диапазоне от 1 до 500 кВ» и по приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27.12.2018 г. №2768 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений коэффициентов преобразования силы электрического тока» соответственно.

1.4. В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические требования к датчикам

Диапазон измерений	Класс точности
Первичное напряжение датчика напряжения $(0,8-1,2) \cdot U_{1ном}$; $U_{1ном}=6/\sqrt{3}$ и $10/\sqrt{3}$ кВ	0,5
Вторичное напряжение датчика напряжения $(0,8-1,2) \cdot U_{2ном}$; $U_{2ном}=0,6/\sqrt{3}$ и $1/\sqrt{3}$ В	0,5
Первичный ток датчика тока $(0,01-1,2) \cdot I_{1ном}$; $I_{1ном}=10$ А; $I_{1ном}=100$ А	0,5S
Вторичное напряжение датчика тока $(0,01-1,2) \cdot U_{I2ном}$; $U_{I2ном}=1$ В	0,5S

2. ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

При проведении поверки выполняются операции, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 - Перечень операций поверки

Наименование операции поверки	Необходимость проведения 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
Определение метрологических характеристик средства измерений	да	да	9
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	10

В случае отрицательного результата поверки хотя бы по одному пункту поверку прекращают, а датчик считается непригодным к применению. Поверка не производится до устранения выявленных замечаний.

3. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1. При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды: от плюс 15 до плюс 25 °С;
- атмосферное давление – от 84 до 106 кПа;
- относительная влажность воздуха – от 30 до 80 %;
- параметры сети электропитания – по ГОСТ 32144-2013;
- напряжение питающей сети – (220±4,4) В;
- частота питающей сети – (50±0,5) Гц;
- суммарный коэффициент гармоник напряжения не более 5 %.

3.2. Средства поверки подготавливают к работе согласно указаниям, приведенным в эксплуатационной документации на них.

3.3. Датчик предъявляют на поверку с паспортом и свидетельством о предыдущей поверке, если оно выдавалось.

4. ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1. К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационную документацию на поверяемые датчики и средства поверки.

4.2. К проведению поверки допускаются лица, являющиеся специалистами организаций, аккредитованных на право проведения поверки в соответствии с действующим законодательством РФ, непосредственно осуществляющие поверку средств данного вида измерений, прошедшие инструктаж по технике безопасности, имеющие удостоверение на право работы в электроустановках напряжением до 1000 В и группу по электробезопасности не ниже III.

5. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

При поверке датчиков должны использоваться основные и вспомогательные средства поверки, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 - Перечень основных и вспомогательных средств поверки.

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 10 до плюс 35 °С с пределами допускаемой основной абсолютной погрешности не более ± 1 °С;</p> <p>Средства измерений влажности воздуха в диапазоне от 30 до 80 % с пределами допускаемой основной абсолютной погрешности измерений не более $\pm 2,5$ %;</p> <p>Средства измерений давления в диапазоне от 84 до 106 кПа с пределами допускаемой основной относительной погрешности измерений $\pm 1,5$ %;</p> <p>Средства измерений напряжения с абсолютной погрешностью не хуже $\pm 0,05$ В;</p> <p>Средства измерений частоты с абсолютной погрешностью $\pm 0,05$ Гц;</p> <p>Средства измерений суммарного коэффициента гармоник напряжения с абсолютной погрешностью не хуже $\pm 0,5$%.</p>	<p>Термогигрометр электронный «CENTER», модель 314, рег. № 22129-09;</p> <p>Барометр-анероид М-110, рег. № 3745-73;</p> <p>Прибор электроизмерительный многофункциональный Энергомонитор 61850, рег. № 73445-18.</p>
9. Определение метрологических характеристик средства измерений	<p>Эталонный трансформатор тока с номинальным первичным током от 10 до 120 А, класс точности 0,05;</p> <p>Эталонный трансформатор напряжения с номинальным первичным напряжением от 2700 до 7000 В;</p> <p>Прибор для измерения напряжений в диапазоне от 0,003 до 120 В; силы переменного тока от 0,05 до 6 А с относительной погрешностью $\pm 0,05$ %; углов фазового сдвига между первичным и вторичным напряжением, током и напряжением в диапазоне от -90 до +90 мин с абсолютной погрешностью $\pm 0,4$ мин;</p> <p>Источник тока до 120 А;</p> <p>Источник напряжения до 7 кВ.</p>	<p>Трансформаторы тока измерительные лабораторные ТТИ-5000.5, рег. № 27007-04;</p> <p>Трансформатор напряжения измерительный лабораторный НЛЛ-15, рег. № 5811-06;</p> <p>Компараторы напряжений двухканальные Марскомп К-1000, рег. № 87150-22;</p> <p>Регулируемый источник тока РИТ-5000;</p> <p>Силовой однофазный трансформатор ОЛС-0,63/10;</p> <p>Адаптер</p>

Примечание: допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, обеспечивающие необходимую точность измерений.

6. ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1. При проведении поверки соблюдают требования ГОСТ 12.1.019, ГОСТ 12.3.019, а также выполняют комплекс мероприятий по обеспечению безопасности, установленных приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 15.12.2020 г. № 903н «Об утверждении правил по охране труда при эксплуатации электроустановок».

Следует также соблюдать требования безопасности, указанные в эксплуатационной документации на средства поверки.

6.2. Перед любыми переключениями в цепях схем поверки следует убедиться, что питание установки отключено и ток первичной цепи поверяемого датчика отсутствует. Отключение питания проводят при помощи коммутационного устройства, расположенного до регулятора напряжения или непосредственно после него.

7. ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1. При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие датчиков следующим требованиям:

- комплектность предоставленных на поверку датчиков должна соответствовать паспорту;
- выводы вторичной цепи должны быть исправны и снабжены маркировкой;
- поверхность корпуса, разъемы, соединительные кабели не должны иметь механических повреждений.

7.2. Результаты внешнего осмотра считать положительными, если выполняются все вышеуказанные требования.

8. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1. Перед проведением поверки выполняются следующие подготовительные работы:

- изучается паспорт и руководство по эксплуатации на поверяемый датчик и на применяемые средства поверки;
- датчик подготавливается к работе в соответствии с его эксплуатационной документацией;
- подготавливаются к работе средства поверки в соответствии с их руководствами по эксплуатации.

8.2. Опробование

Собирается схема, приведенная на рисунке 1, от источника тока на датчик подается значение переменного тока промышленной частоты 0,1 А (для модификации датчика SMT-75А) или 1 А (для модификации датчика SMT-750А). Результаты опробования считаются положительными, если прибор для измерения электрических величин фиксирует показания тока и напряжения.

9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Проверка метрологических характеристик датчика тока. Собирается схема в соответствии с рисунком 1.

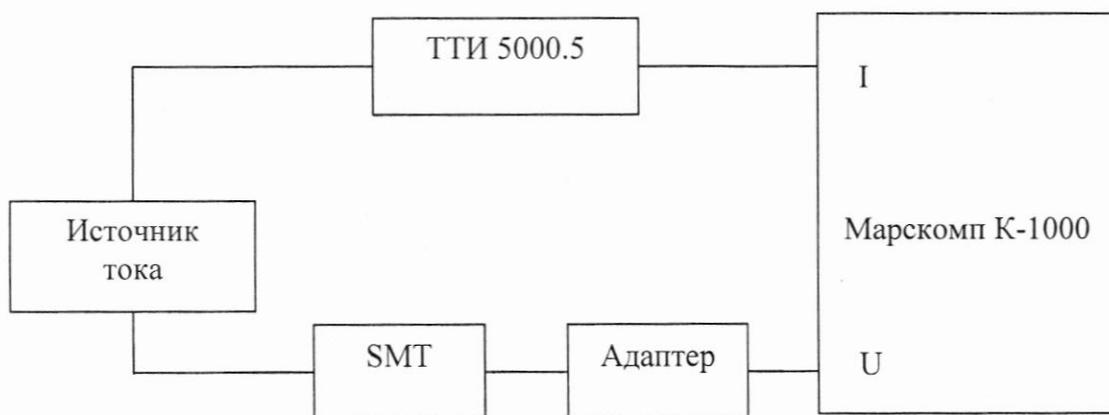


Рисунок 1 – Схема определения погрешностей датчиков тока

От источника тока последовательно подаются следующие сигналы силы переменного тока промышленной частоты: 1, 5, 20, 100, 120 % от $I_{1\text{ном}}$ и считываются показания силы переменного тока и вторичного напряжения переменного тока с прибора для измерения электрических величин. Результаты измерений и расчетов вносятся в таблицу 4.

Таблица 4 – Результаты измерений и расчетов по поверке датчика тока

I_1 , % от $I_{1\text{ном}}$	I_2 , А	U_2 , В	$K_{\text{ном ТТ}}^{1)}$	$K_{\text{ном SMT}}^{2)}$	$K_{\text{изм SMT}}$	$\delta_{K \text{ SMT}}$, %	$\Delta\varphi_{\text{ном SMT}}$, мин ²⁾	$\Delta\varphi_{\text{SMT}}$, мин ³⁾
1								
5								
20								
100								
120								

Примечания:

¹⁾ номинальный коэффициент трансформатора тока определяется как отношение номинального первичного тока к номинальному вторичному току;

²⁾ номинальный коэффициент масштабного преобразования и угол фазового сдвига датчика указываются в паспорте или заводском протоколе на каждый датчик;

³⁾ погрешность угла фазового сдвига (угловая погрешность) $\Delta\varphi_{\text{SMT}}$ определяется по показаниям прибора для измерения электрических величин как угол сдвига фаз между током и напряжением.

Погрешность коэффициента масштабного преобразования определяется по формуле:

$$\delta_{K \text{ SMT}} = \frac{K_{\text{изм SMT}} - K_{\text{ном SMT}}}{K_{\text{изм SMT}}} \cdot 100 \% \quad (1)$$

где $K_{\text{изм SMT}}$ - значение коэффициента масштабного преобразования, рассчитанное по формуле (2);

$K_{\text{ном SMT}}$ - номинальное значение коэффициента масштабного преобразования, указанное в паспорте или заводском протоколе.

$$K_{\text{изм SMT}} = \frac{K_{\text{ном ТТ}} \cdot I_2}{U_2} \quad (2)$$

где I_2 – сила вторичного переменного тока эталонного трансформатора тока, считанная с прибора для измерения электрических величин, А;

U_2 – вторичное напряжение переменного тока датчика, считанное с прибора для измерения электрических величин, В.

9.2 Проверка метрологических характеристик датчика напряжения. Собирается схема в соответствии с рисунком 2.

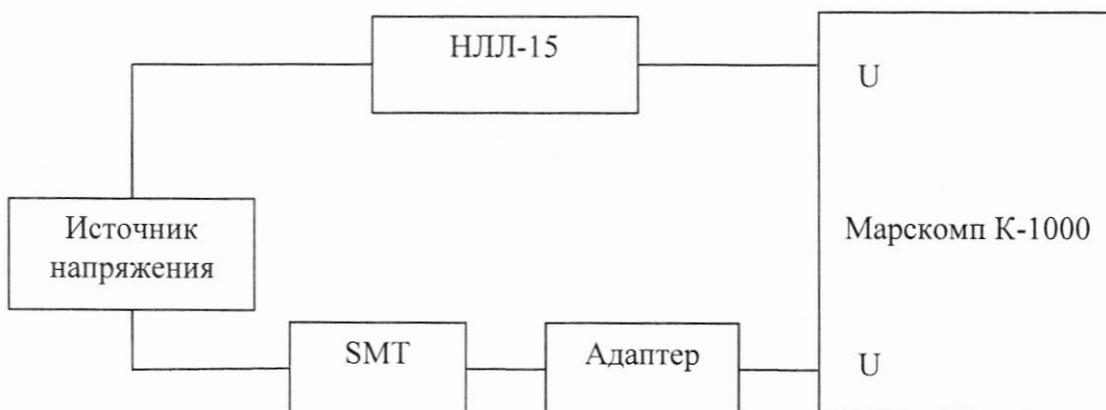


Рисунок 2 – Схема определения погрешностей датчиков напряжения

От источника напряжения последовательно подаются следующие сигналы напряжения переменного тока промышленной частоты: 80, 100, 120 % от $U_{I\text{ном}}$ и считываются показания вторичного напряжения переменного тока эталонного трансформатора напряжения и датчика с прибора для измерения электрических величин. Результаты измерений и расчетов вносятся в таблицу 5.

Таблица 5 – Результаты измерений и расчетов по поверке датчика напряжения

U_1 , % от $U_{I\text{ном}}$	$U_{2Э}$, В	U_2 , В	$K_{\text{ном ТН}}^{1)}$	$K_{\text{ном SMT}}^{2)}$	$K_{\text{изм SMT}}$	$\delta_{K\text{ SMT}}$, %	$\Delta\varphi_{\text{ном SMT}}$, мин ²⁾	$\Delta\varphi_{\text{SMT}}$, мин ³⁾
80								
100								
120								

Примечания:

¹⁾ номинальный коэффициент трансформатора напряжения определяется как отношение номинального первичного напряжения к номинальному вторичному напряжению;

²⁾ номинальный коэффициент масштабного преобразования датчика указывается в паспорте или заводском протоколе на каждый датчик;

³⁾ погрешность угла фазового сдвига (угловая погрешность) $\Delta\varphi_{\text{SMT}}$ определяется по показаниям прибора для измерения электрических величин как угол сдвига фаз между первичным и вторичным напряжением.

Погрешность коэффициента масштабного преобразования определяется по формуле (1), при этом коэффициент масштабного преобразования датчика напряжения рассчитывается по формуле (3).

$$K_{\text{изм SMT}} = \frac{K_{\text{ном ТН}} \cdot U_{2Э}}{U_2} \quad (3)$$

где $U_{2Э}$ – вторичное напряжение эталонного трансформатора напряжения, считанное с прибора для измерения электрических величин, В;

U_2 – вторичное напряжение переменного тока датчика, считанное с прибора для измерения электрических величин, В.

10. ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

Датчик подтверждает соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, если полученные по результатам поверки погрешности датчика не превышают пределы допускаемых погрешностей, указанных в таблицах 6 и 7.

Таблица 6 – Пределы допускаемых погрешностей датчиков тока

Класс точности	Первичный ток, % от номинального значения	Пределы допускаемой погрешности		
		коэффициента масштабного преобразования (амплитудная)	угла фазового сдвига (угловая)	
			%	мин
0,5S	1	$\pm 1,5$	± 90	$\pm 2,7$
	5	$\pm 0,75$	± 45	$\pm 1,35$
	20	$\pm 0,5$	± 30	$\pm 0,9$
	100	$\pm 0,5$	± 30	$\pm 0,9$
	120	$\pm 0,5$	± 30	$\pm 0,9$

Таблица 7 – Пределы допускаемых погрешностей датчиков напряжения

Класс точности	Первичное напряжение, % от номинального значения	Пределы допускаемой погрешности		
		коэффициента масштабного преобразования (амплитудная)	угла фазового сдвига (фазовая)	
			%	мин
0,5	80	$\pm 0,5$	± 20	$\pm 0,6$
	100	$\pm 0,5$	± 20	$\pm 0,6$
	120	$\pm 0,5$	± 20	$\pm 0,6$

11. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1. Результаты поверки датчиков передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с приказом Минпромторга РФ от 31.07.2020 г. № 2510.

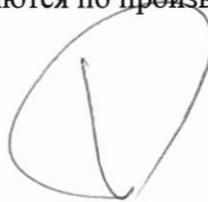
11.2. Пломбирование датчиков не предусмотрено.

11.3. По заявлению владельца датчика или лица, представившего его на поверку, положительные результаты поверки оформляют свидетельством о поверке по форме, установленной в соответствии с приказом Минпромторга РФ от 31.07.2020 г. № 2510 и (или) внесением в паспорт датчика записи о проведенной поверке. Оформление результатов поверки в паспорте средств измерений, по результатам поверки которых подтверждено их соответствие метрологическим требованиям, включает запись о проведенной поверке в виде «поверка выполнена». Указанная запись заверяется подписью поверителя с расшифровкой подписи (указываются фамилия и инициалы поверителя), наносится знак поверки и указывается дата поверки.

11.4. По заявлению владельца датчика или лица, представившего его на поверку, отрицательные результаты поверки оформляют извещением о непригодности к применению средства измерений по форме, установленной в соответствии с приказом Минпромторга РФ от 31.07.2020 г. № 2510, и (или) внесением в паспорт датчика соответствующей записи.

11.5. Протоколы поверки датчиков оформляются по произвольной форме.

Начальник отдела 206.1
ФГБУ «ВНИИМС»



С.Ю. Рогожин

Начальник сектора отдела 206.1
ФГБУ «ВНИИМС»



В.В. Воинов