

СОГЛАСОВАНО

Главный метролог

ФБУ «Нижегородский ЦСМ»



Т. Б. Змачинская

«24» 01 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**Измерители
электрического сопротивления постоянному току
ИКАС-10**

Методика поверки
АИЕЛ.411723.010 МП

с изменением 1

г. Нижний Новгород

2025 г.

1. Общие положения

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодических поверок измерителей электрического сопротивления постоянному току ИКАС-10 (далее-измерители), изготавливаемых ООО «Авиаагрегат-Н», г. Новочеркасск, Ростовской области.

Измерителей электрического сопротивления постоянному току ИКАС-10 предназначены для:

- измерения электрического сопротивления постоянному току электрических цепей, обмоток электрических машин и обмоток трансформаторов, обмотки которых включены по одной из следующих схем: «звезда», «звезда с нейтралью», «треугольник», «отдельная обмотка», «независимые обмотки» и пересчета электрического сопротивления постоянному току по схемам «звезда» и «треугольник» в сопротивление обмоток;
- измерение температуры и приведения измеренного сопротивления к заданной температуре;
- проверки устройств регулирования под нагрузкой (РПН) трансформатора и размагничивания магнитопровода трансформатора, проведение испытания на нагрев;
- расчета длины, сечения и удельного сопротивления проводника.

Измерители выпускаются в пяти модификациях: ИКАС-10-0, ИКАС-10-1, ИКАС-10-2, ИКАС-10-3, ИКАС-10-4.

При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемость измерителя к ГЭТ 14-2014 «ГПЭ единицы электрического сопротивления» в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 г. № 3456 об утверждении «Государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока» и ГЭТ 34-2020 «Государственный первичный эталон единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С» в соответствии с ГОСТ 8.558-2009 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры».

Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки - метод прямых измерений.

2. Перечень операций поверки средства измерений

При поверке должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 - Операции поверки

Наименование операции	Пункт методики поверки	Проведение операции при	
		Первичной поверке	Периодической поверке
1. Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
2. Определение сопротивления изоляции	7.1	Да	Нет
3. Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8		
3.1. Подготовка к поверке	8.1	Да	Да
3.2. Опробование	8.2	Да	Да
4. Проверка программного обеспечения	9	Да	Да

Наименование операции	Пункт методики поверки	Проведение операции при	
		Первичной поверке	Периодической поверке
5. Определение метрологических характеристик средства измерений	10		
5.1 Определение относительной погрешности измерений электрического сопротивления постоянному току	10.1	Да	Да
5.2 Определение абсолютной погрешности измерения температуры	10.2	Да	Да
6. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	Да	Да
7 Оформление результатов поверки	12	Да	Да
Примечание: если при проведении той или иной операции получен отрицательный результат, дальнейшая поверка прекращается.			

3. Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды, °C от +15 до +25
- относительная влажность окружающей среды, % от 30 до 80
- атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.) от 84 до 106,7 (от 630 до 800)
- напряжение питания переменного тока, В 230 ±23
- частота сети переменного тока, Гц 50 ±0,2

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица из числа сотрудников организаций, аккредитованных на право проведения поверки в соответствии с действующим законодательством РФ, изучивших настоящую методику поверки и руководство по эксплуатации на прибор.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

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

Таблица 2 - Эталонные и вспомогательные средства поверки

Операции поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Контроль условий поверки (п.3)	Рабочие средства измерений температуры окружающего воздуха в диапазоне от плюс 15 до плюс 25 °C с абсолютной погрешностью не более 1 °C;	Приборы комбинированные Testo 608-H1, Testo 608-H2, Testo 610, Testo 622, Testo 623 (Регистрационный

Операции поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	Рабочие средства измерений относительной влажности окружающего воздуха от 30 до 90 % с погрешностью не более ± 3 %; Рабочие средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью не более ± 5 гПа; Рабочие средства измерений напряжения питающей сети в диапазоне от 107 до 253 В с абсолютной погрешностью ± 8 В; Рабочие средства измерений частоты питающей сети в диапазоне от 48 до 52 Гц с абсолютной погрешностью $\pm 0,05$ Гц.	№ 53505-13) и др. Измерители давления Testo 510, Testo 511 (Пер. № 53431-13) и др. Прибор для измерений показателей качества электрической энергии Ресурс-ПКЭ-1.7-ви-S (Пер. № 32696-12)
Определение сопротивления изоляции (п. 7.1)	Измеритель сопротивления изоляции Диапазон измерения от 0 до 22 ГОм Пределы допускаемой основной погрешности $\pm(0,015 \cdot R + 5 \text{ е.м.р.})$, где е.мр – единица младшего разряда	Измеритель сопротивления изоляции АРРА 607 (Пер. 56407-14) и др.
Определение относительной погрешности измерения электрического сопротивления постоянному току (п.10.1)	Эталоны единицы электрического сопротивления 3-го разряда и выше по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456. Диапазон измерения от 100 мкОм до 10 кОм, пределы допускаемой относительной погрешности измерения $\pm 0,02$ %	Катушки сопротивления 3 разряда: P310, P321, P331 (Пер. № 1162-58) и др. Катушка сопротивления 3 разряда P323 (Пер. № 1683-62) и др.
Определение абсолютной погрешности измерения температуры (п.10.2)	Эталоны единицы температуры 3-го разряда и выше по ГПС в соответствии с ГОСТ 8.558-2009. Диапазон измерения от 0 до 100 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения $\pm 0,7$ °С	Термометр сопротивления эталонный ЭТС-100 (Пер. № 19916-10) и др.
	Термометр сопротивления эталонный Диапазон измерения от -200 до +500 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\Delta t = \pm[0,0035 + 10^{-5} t]$	Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8 мод. МИТ 8.10 (Пер. № 19736-11) и др.
	Нестабильность поддержания заданного значения температуры в полезном объеме не более 1/5 от предельно допустимой погрешности поверяемого СИ	Термостаты переливные прецизионные ТПП-1 модификаций ТПП-1.1, ТПП-1.2, ТПП-1.3 (Пер. № 33744-07) и др.

Операции поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Примечания: 1. допускается применение других средств поверки с метрологическими характеристиками, обеспечивающих требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений. 2. все средства измерений, применяемые при поверке, должны иметь действующие свидетельства о поверке, эталоны должны быть аттестованы или поверены, испытательное оборудование должно быть аттестовано.		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки необходимо соблюдать:

- требования безопасности, которые предусматривают «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей»;
- требования безопасности, которые предусматривают «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТЭУ)». (Приказ от 15 декабря 2020 года № 903н)
- указания по технике безопасности, приведенные в руководстве по эксплуатации средства измерений;
- указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на эталонные средства измерений.

7 Внешний осмотр средства измерений

Измеритель допускается к дальнейшей поверке, если:

- внешний вид измерителя соответствует описанию типа;
- отсутствуют видимые дефекты, способные оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки.

7.1 Определение сопротивления изоляции

Проверка электрического сопротивления изоляции проводится мегаомметром с рабочим напряжением 500 В.

Подключают один из зажимов измерителя к закороченным между собой соединенным вместе штырям вилки шнура сетевого питания, а другой к корпусу прибора.

Запускают процесс измерения электрического сопротивления изоляции измерителя.

Результат поверки измерителя считается положительным, если полученное значение сопротивления изоляции составляет не менее 20 МОм.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Подготовка к поверке.

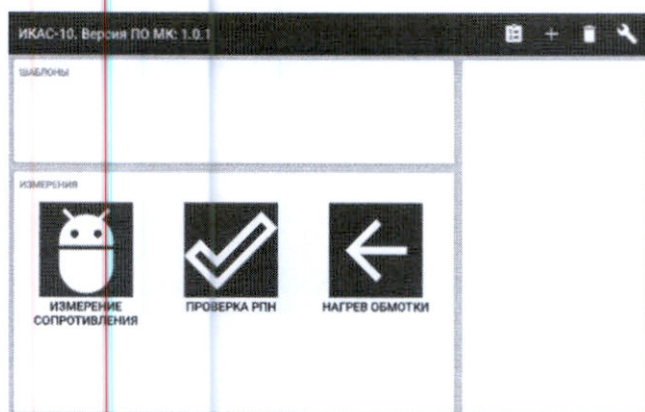
Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- изучить эксплуатационную документацию на поверяемый измеритель и на применяемые средства поверки;
- выдержать измеритель в условиях окружающей среды, указанных в п. 3, не менее 1 ч., если он находится в климатических условиях, отличных от указанных в п. 3, и подготовить его в соответствии с указаниями его эксплуатационной документации;
- подготовить к работе средства поверки в соответствии с указаниями их эксплуатационной документации.

8.2 Опробование

Опробование проводят следующим образом: измеритель включают в сеть,

нажимают кнопку «Сеть», начинается загрузка программного обеспечения. После загрузки на экране измерителя появляется заставка:



Наличие заставки, означает готовность прибора к работе: прошел автокалибровку и самодиагностику.

9. Проверка программного обеспечения

9.1 Включить измеритель согласно п. 8.2, после загрузки измерителя появится окно согласно п. 8.2. В левом верхнем углу высветится номер версии.

9.2 Измеритель считается выдержавшим проверку по этому пункту, если номер версии не ниже 1.0.1.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение относительной погрешности измерений электрического сопротивления постоянному току.

Определение погрешности производится путем прямого измерения поверяемым прибором сопротивления, воспроизводимого эталонной мерой – катушкой электрического сопротивления (шунтом)

Определение погрешности производят в точках диапазона измеряемых сопротивлений согласно таблице 3.

Таблица 3 – Поверяемые отметки

Номер точки									
Значение сопротивления эталонной меры, Ом	10000	1000	100	10	1	0,1	0,01	0,001	0,0001

Для подключения мер к прибору применяют измерительные кабели, входящие в комплект поставки прибора. Проводники кабеля подключают к клеммам эталонной меры: проводник с маркировкой «I» и «I'» - к клеммам «I», проводники без маркировки – к клеммам «U».

Далее проводятся измерения по схеме «звезда с нейтралью» рисунки 3 и 4:

Измерение сопротивления по схеме «звезда с нейтралью» измерителей ИКАС-10-0, ИКАС-10-2 производят подключением поверочного кабеля с маркировкой А, В, С, N к соответствующим выводам эталонных мер согласно рисунка 3. Измерители ИКАС-10-1, ИКАС-10-3 и ИКАС-10-4 подключаются посредством поверочного кабеля с маркировкой А, В, С, но вместо контакта N, который отсутствует в этих приборах, подключаются контакты А', В', С', согласно рисунка 4.

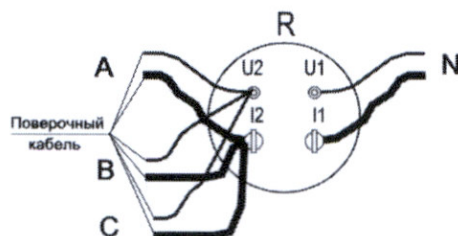


Рисунок 3 - подключения поверочного кабеля к образцовым мерам по схеме «звезда с нейтралью» для ИКАС-10-0, ИКАС-10-2

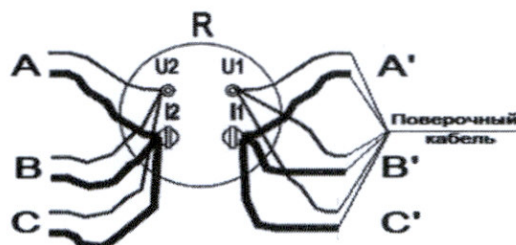
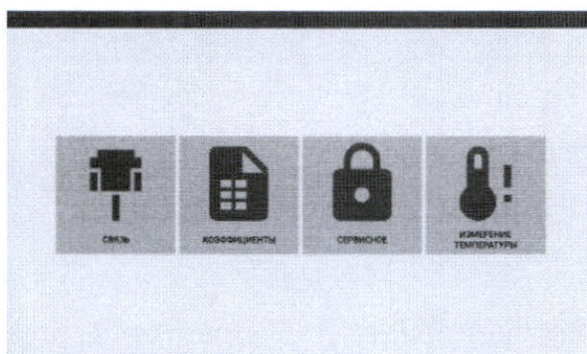


Рисунок 4 – подключения поверочного кабеля к образцовым мерам по схеме «звезда с нейтралью» для ИКАС-10-1, ИКАС-10-3 и ИКАС-10-4

Фиксируют измеренные значения, рассчитывают значения погрешности по формуле (1)

10.2 Определение абсолютной погрешности измерения температуры.

Поверку датчика с измерителем (канал) проводят для модификаций ИКАС-10-2, ИКАС-10-3 и ИКАС-10-4. Измеритель устанавливают рядом с термостатом, в который погружают датчик. Показания с измерителя считывают в окне «измерение температуры». Для этого на экране согласно п. 8.3 в левом верхнем углу необходимо выбрать иконку , в открывшемся окне нажать иконку «измерение температуры»:



На экране измерителя появится заставка:



10.2.1 Погрешность канала определяют в двух точках ($5 \pm 0,5$) °C и ($90 \pm 0,5$) °C, методом сравнения с эталонным термометром в термостате.

10.2.2 Определение абсолютной погрешности измерения температуры выполняют

методом сравнения с показаниями эталонного термометра сопротивления в рабочем объеме термостатов.

10.2.3 Устанавливают на регуляторе термостата требуемую температуру, соответствующую первой контрольной точке.

10.2.4 После выхода термостата на заданный режим датчик выдерживают до стабилизации показаний, после чего выполняют отсчет показаний температуры эталонного термометра и канала.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Относительную погрешность измерителя вычисляют по формуле 1.

Формула для расчета относительной погрешности

$$\delta = \frac{R_{\text{изм.}} - R_{\text{э.}}}{R_{\text{э.}}} * 100 \% \quad (1)$$

где $R_{\text{э.}}$ – эталонное значение сопротивления образцовой меры, Ом;

$R_{\text{изм.}}$ – измеренное прибором значение сопротивления, Ом.

11.2 Абсолютную погрешность датчика вычисляют по формуле 2

$$\Delta = T_{\text{изм.}} - T_{\text{э.}} \quad (2)$$

где, $T_{\text{э.}}$ – значение температуры, измеренное эталоном, °С;

$T_{\text{изм.}}$ – значение температуры, измеренное датчиком и снятое с экрана измерителя.

Измеритель подтверждает соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, если полученные значения относительной погрешности измерений электрического сопротивления постоянному току не превышает пределов, указанных ниже:

± (0,1%+0,5 мкОм) в диапазоне от 0,000001 до 10000 Ом;

± 0,2 % в диапазоне от 10000 до 50000 Ом.

Измеритель подтверждает соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, если полученные значения абсолютной погрешности измерения температуры не превышает ±0,7 °С.

12 Оформление результатов поверки

12.1. Сведения о результатах поверки измерителей передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с Приказом Минпромторга РФ от 31.07.2020 г. № 2510.

12.2 По заявлению владельца измерителей или лица, представившего измерители на поверку, в соответствии с Приказом Минпромторга РФ от 31.07.2020 г. № 2510:

- при положительных результатах поверки в паспорт вносится запись о проведенной поверке и (или) выдается свидетельство о поверке измерителей;

- в случае отрицательных результатов поверки выдается извещение о непригодности к применению.

12.3 Результаты поверки оформляют протоколами произвольной формы.

Разработал инженер I категории
по испытаниям



М.В. Соколова