

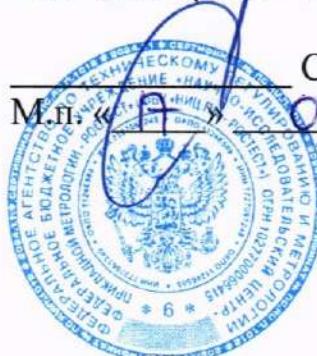


ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ – РОСТЕСТ»
(ФБУ «НИЦ ПМ – РОСТЕСТ»)

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»

С.А. Денисенко
М.П. «» 03 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Оборудование измерительное стенда СИАКБ

Методика поверки

РТ-МП-252-201/2-2025

г. Москва
2025

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки устанавливает объем, средства и методы первичной и периодической поверок оборудования измерительного стенда СИАКБ, изготовленного Обществом с ограниченной ответственностью «Лаборатория автоматизированных систем (АС)», г. Москва.

1.2 Производство единичное, заводской № 52002447001.

1.3 Оборудование измерительное стенда СИАКБ (далее – оборудование или ОИ СИАКБ) предназначено для измерений силы и напряжения постоянного электрического тока, сопротивления постоянному электрическому току, температуры составных частей оборудования и окружающей среды, времени заряда и разряда аккумуляторных батарей (далее – АКБ) и их модулей при испытаниях АКБ для беспилотных летательных аппаратов.

1.4 Выполнение всех требований настоящей методики обеспечивает прослеживаемость поверяемого оборудования к государственным первичным эталонам:

– ГЭТ 13-2023 ГПЭ единицы электрического напряжения по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта № 1520 от 28.07.2023 г.;

– ГЭТ 14-2014 ГПЭ единицы электрического сопротивления по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта № 3456 от 30.12.2019 г.;

– ГЭТ 1-2022 ГПЭ единицы времени, частоты и национальной шкалы времени по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта № 2360 от 26.09.2022.

Определение метрологических характеристик измерительных каналов ОИ СИАКБ проводят комплектным или поэлементным методом, в зависимости от типа ИК.

1.5 Допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов (далее – ИК) оборудования (не в полном объеме) с обязательным указанием информации об объеме проведенной поверки при оформлении ее результатов.

2 Перечень операций поверки

2.1 При проведении первичной и периодической поверки ОИ СИАКБ должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Раздел настоящей методики	Обязательность проведения операции при поверке	
		первой	периодической
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	3	Да	Да
Внешний осмотр	6	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование	7	Да	Да
Проверка программного обеспечения	8	Да	Да
Определение метрологических характеристик	9	Да	Да
Подтверждение соответствия метрологическим требованиям	10	Да	Да
Оформление результатов поверки	11	Да	Да

3 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)

3.1 Экспериментальные работы по определению метрологических характеристик оборудования выполняют в следующих условиях:

- температура окружающей среды от +10 до +30 °C;
- относительная влажность окружающего воздуха при температуре +25 °C до 80 %;
- атмосферное давление от 70 до 106,7 кПа.

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 В таблице 2 приведены метрологические и технические требования к средствам поверки.

Таблица 2 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимым для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 7.2 Контроль условий поверки	Средство измерения температуры и влажности, диапазон измерений: относительной влажности от 5 до 98 %, температуры от 0 до +50 °C Средство измерения атмосферного давления, диапазон измерений атмосферного давления: от 70,0 до 120,0 кПа	Измеритель-регистратор параметров микроклимата «ТКА-ПКЛ», рег. № 76454-19
п. 9.2 Определение метрологических характеристик	Рабочий эталон единицы постоянного электрического напряжения не ниже 3-го разряда по государственной поверочной схеме (далее – ГПС), утвержденной приказом Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520 Рабочий эталон единицы электрического сопротивления не ниже 4-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3456 Рабочий эталон единицы частоты не ниже 5-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта № 2360 от 26.09.2022	Калибратор-вольтметр универсальный Н4-12, рег. № 37463-08 Магазин сопротивления измерительный MCP-60M, рег. № 2751-71 Генератор сигналов произвольной формы Agilent 33220A, рег. № 32993-09
<p>Примечания</p> <p>1 Рег. № – регистрационный номер средства измерений в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – ФИФ ОЕИ).</p> <p>2 Допускается использовать другие средства поверки, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице, в том числе обеспечивающие прослеживаемость в соответствии с ГПС, действующими на момент проведения поверки.</p>		

4.2 Средства измерений, применяемые при поверке, должны быть поверены и иметь действующие сведения о результатах поверки в ФИФ ОЕИ. Эталоны единиц величин должны быть аттестованы в соответствии с Положением об эталонах единиц величин, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 23 сентября 2010 г. № 734 «Об эталонах единиц величин, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений». Средства измерений, применяемые в качестве эталонов единиц величин, должны быть поверены в качестве эталонов единиц величин, иметь действующие сведения о результатах поверки в ФИФ ОЕИ и удовлетворять требованиям точности государственных поверочных схем.

5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

5.1 При проведении поверки ОИ СИАКБ должны быть соблюдены требования безопасности, предусмотренные нормативными документами, и требования безопасности, указанные в технической документации на средства измерений, применяемые средства поверки и вспомогательное оборудование.

6 Внешний осмотр

6.1 При выполнении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие поверяемого оборудования следующим требованиям:

- комплектность ОИ СИАКБ должна соответствовать паспорту;
- маркировка должна соответствовать требованиям эксплуатационной документации;
- измерительные, вспомогательные и соединительные компоненты (кабельные разъемы, клеммные колодки и т. д.) не должны иметь визуально определяемых внешних повреждений и должны быть надежно соединены и закреплены;
- соединительные линии (кабели, провода) не должны иметь повреждений изоляции и экранирования и должны быть надежно соединены с разъемами и клеммами.

6.2 При обнаружении несоответствий по п. 6.1 дальнейшие операции по поверке ОИ СИАКБ прекращают до устранения выявленных несоответствий.

7 Подготовка к поверке и опробование

7.1 Для проведения поверки проверяют наличие и изучают следующие документы:

- эксплуатационная документация на ОИ СИАКБ;
- описание типа ОИ СИАКБ.

7.2 Перед началом поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- подготавливают к работе средства поверки в соответствии с эксплуатационной документацией на них;
- измеряют и заносят в протокол поверки результаты измерений температуры и влажности окружающего воздуха, атмосферного давления.

7.3 При опробовании проверяют:

- возможность включения, выключения и функционирования ОИ СИАКБ;
- визуализацию измеряемых параметров на графическом дисплее модуля управления и формирования отчетов;
- работоспособность ИК по изменению измеряемых параметров в зависимости от изменения входных сигналов.

7.4 Если при опробовании выявлены технические неисправности, то до их устранения ОИ СИАКБ дальнейшей поверке не подлежит.

8 Проверка программного обеспечения

8.1 Сравнивают идентификационные данные программного обеспечения (далее – ПО) ОИ СИАКБ с данными, приведенными в разделе «Программное обеспечение» описания типа ОИ СИАКБ.

8.2 Оборудование признают прошедшим идентификацию ПО, если полученные при проверке идентификационные данные соответствуют данным, приведенным в разделе «Программное обеспечение» описания типа ОИ СИАКБ.

9 Определение метрологических характеристик

9.1 Проводят проверку наличия действующих сведений о поверке первичного измерительного преобразователя (далее – ПИП), входящего в состав поверяемого ИК.

9.2 Определение метрологических характеристик (далее – МХ) ИК ОИ СИАКБ проводят комплектным или поэлементным методом, в зависимости от типа ИК.

9.2.1 Определение МХ ИК: силы тока АКБ; температуры окружающей среды; температуры на корпусе АКБ проводят по пп. 9.2.3 – 9.2.5 поэлементным методом.

9.2.2 Определение МХ ИК: напряжения АКБ; напряжения ячеек АКБ; интервалов времени проводят по пп. 9.2.6 – 9.2.7 комплектным методом.

9.2.3 Определение МХ ИК силы тока АКБ проводят в изложенной ниже последовательности:

- 1) отсоединяют от стойки измерительной линии связи ПИП с поверяемым комплексным компонентом измерительной системы (далее – ККИС) и подключают вместо ПИП калибратор в соответствии с рисунком 1;
- 2) на вход ККИС подают от калибратора значения напряжения постоянного тока X_i , соответствующие контрольным точкам (далее – КТ) силы постоянного тока $X_{i\text{вых}}$ в соответствии с таблицей 3, 4 или 5 (в зависимости от диапазона измерений);
- 3) для каждой КТ считывают на дисплее персонального компьютера (далее – ПК) значение выходного сигнала $X_{i\text{вых}}$, выраженное в единицах измеряемой величины;
- 4) для каждой КТ рассчитывают значение абсолютной погрешности $\Delta_{i\text{ККИС}}$ по формуле:

$$\Delta_{i\text{ККИС}} = X_{i\text{вых}} - X_{i\text{вх}} \quad (1)$$

5) для каждой КТ рассчитывают значение приведенной к верхнему пределу измерений (далее – ВПИ) погрешности $\gamma_{i\text{ККИС}}$ по формуле:

$$\gamma_{i\text{ККИС}} = \frac{\Delta_{i\text{ККИС}}}{X_{\text{ВПИ}}} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где $X_{\text{ВПИ}}$ – верхний предел измерений;

6) приведенную к ВПИ погрешность $\gamma_{i\text{ПИП}}$ рассчитывают для каждой КТ в соответствии с паспортом или описанием типа ПИП;

7) для каждой КТ рассчитывают значение суммарной приведенной к ВПИ погрешности ИК $\gamma_{i\text{ИК}}$ по формуле:

$$\gamma_{i\text{ИК}} = |\gamma_{i\text{ККИС}}| + |\gamma_{i\text{ПИП}}| \quad (3)$$

8) заносят в протокол значения $X_{i\text{вых}}$, $\gamma_{i\text{ККИС}}$, $\gamma_{i\text{ПИП}}$ и $\gamma_{i\text{ИК}}$;

9) сопоставляют $\gamma_{i\text{ИК}}$ с пределами допускаемой приведенной к ВПИ погрешности ИК $\gamma_{i\text{ИК}}$, указанными в описании типа ОИ СИАКБ. Если для каждой КТ выполняется неравенство $|\gamma_{i\text{ИК}}| < |\gamma_{i\text{ИК}}|$, то ИК считают прошедшим определение МХ с положительным результатом.

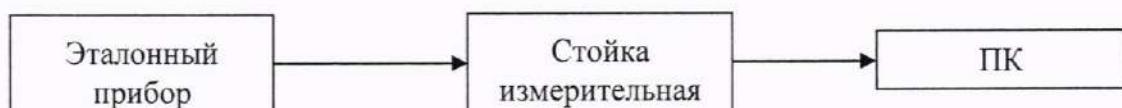


Рисунок 1 – Структурная схема подключения эталонного прибора к ККИС

Таблица 3 – Протокол определения МХ ИК силы тока АКБ, диапазон 1

$X_i, \text{В}$	$X_{i\text{вх}}, \text{А}$	$X_{i\text{вых}}, \text{А}$	$\gamma_{i\text{ККИС}}, \%$	$\gamma_{i\text{ПИП}}, \%$	$\gamma_{i\text{ИК}}, \%$	$\gamma_{i\text{ИК}}, \%$
0	0					
1	100					
2	200					
4	400					
5	500					

Таблица 4 – Протокол определения МХ ИК силы тока АКБ, диапазон 2

$X_i, \text{В}$	$X_{i\text{вх}}, \text{А}$	$X_{i\text{вых}}, \text{А}$	$\gamma_{i\text{ККИС}}, \%$	$\gamma_{i\text{ПИП}}, \%$	$\gamma_{i\text{ИК}}, \%$	$\gamma_{i\text{ИК}}, \%$
0	0					
1	60					
2	120					
4	240					
5	300					

Таблица 5 – Протокол определения МХ ИК силы тока АКБ, диапазон 3

X_i , В	$X_{i\text{ВХ}}$, А	$X_{i\text{вых}}$, А	$\gamma_{i\text{ККИС}}$, %	$\gamma_{i\text{ПИП}}$, %	$\gamma_{i\text{ИК}}$, %	$\gamma_{i\text{ИК}}$, %
0	0					
1	20					
2	40					
4	80					
5	100					

9.2.4 Определение МХ ИК температуры окружающей среды проводят в изложенной ниже последовательности:

- 1) отсоединяют от стойки измерительной линии связи ПИП с поверяемым ККИС и подключают вместо ПИП магазин сопротивлений в соответствии с рисунком 1;
- 2) на вход ККИС подают от магазина сопротивлений значения сопротивления постоянному току X_i , соответствующие КТ $X_{i\text{ВХ}}$ температуры в соответствии с таблицей 6;
- 3) для каждой КТ считывают на дисплее ПК значение выходного сигнала $X_{i\text{вых}}$, выраженное в единицах измеряемой величины;
- 4) для каждой КТ рассчитывают значение абсолютной погрешности $\Delta_{i\text{ККИС}}$ по формуле (1);
- 5) абсолютную погрешность $\Delta_{i\text{ПИП}}$ рассчитывают для каждой КТ в соответствии с паспортом или описанием типа ПИП;
- 6) для каждой КТ рассчитывают значение суммарной абсолютной погрешности ИК $\Delta_{i\text{ИК}}$ по формуле:

$$\Delta_{i\text{ИК}} = |\Delta_{i\text{ККИС}}| + |\Delta_{i\text{ПИП}}| \quad (4)$$

- 7) заносят в протокол значения $X_{i\text{вых}}$, $\Delta_{i\text{ККИС}}$, $\Delta_{i\text{ПИП}}$ и $\Delta_{i\text{ИК}}$;
- 8) сопоставляют $\Delta_{i\text{ИК}}$ с пределами допускаемой абсолютной погрешности ИК $\Delta_{i\text{ИК}}$, указанными в описании типа ОИ СИАКБ. Если для каждой КТ выполняется неравенство $|\Delta_{i\text{ИК}}| < |\Delta_{i\text{ИК}}|$, то ИК считают прошедшим определение МХ с положительным результатом.

Таблица 6 – Протокол определения МХ ИК температуры окружающей среды

X_i , Ом	$X_{i\text{ВХ}}$, °С	$X_{i\text{вых}}$, °С	$\Delta_{i\text{ККИС}}$, °С	$\Delta_{i\text{ПИП}}$, °С	$\Delta_{i\text{ИК}}$, °С	$\Delta_{i\text{ИК}}$, °С
100,0	0,0					
109,7	24,9					
119,4	50,0					
129,0	75,0					
138,5	100,0					

9.2.5 Определение МХ ИК температуры на корпусе АКБ проводят в изложенной ниже последовательности:

- 1) отсоединяют от стойки измерительной линии связи ПИП с поверяемым ККИС и подключают вместо ПИП магазин сопротивлений в соответствии с рисунком 1;
- 2) на вход ККИС подают от магазина сопротивлений значения сопротивления постоянному току X_i , соответствующие КТ $X_{i\text{ВХ}}$ температуры в соответствии с таблицей 7;
- 3) выполняют операции 3) – 7) по п. 9.2.4;
- 4) сопоставляют $\Delta_{i\text{ИК}}$ с пределами допускаемой абсолютной погрешности ИК $\Delta_{i\text{ИК}}$, указанными в описании типа ОИ СИАКБ. Если для каждой КТ выполняется неравенство $|\Delta_{i\text{ИК}}| < |\Delta_{i\text{ИК}}|$, то ИК считают прошедшим определение МХ с положительным результатом.

Таблица 7 – Протокол определения МХ ИК температуры на корпусе АКБ

X_i , Ом	$X_{i\text{вх}}$, °C	$X_{i\text{вых}}$, °C	$\Delta_{i\text{ККС}}$, °C	$\Delta_{i\text{ПИП}}$, °C	$\Delta_{i\text{ИК}}$, °C	$\Delta_{i\text{ИК}}$, °C
100,0	0,0					
114,4	37,0					
129,0	75,0					
143,0	111,9					
157,3	149,9					

9.2.6 Определение МХ ИК напряжения АКБ и ИК напряжения ячеек АКБ проводят в изложенной ниже последовательности:

1) подключают к входу проверяемого ИК калибратор, используемый в качестве эталонного прибора для формирования входных сигналов в проверяемом ИК, в соответствии с рисунком 1;

2) на вход ИК подают от калибратора значения напряжения постоянного тока X_i , соответствующие КТ $X_{i\text{вх}}$ напряжения постоянного тока в соответствии с таблицей 8, 9 или 10 (в зависимости от диапазона измерений);

3) для каждой КТ рассчитывают значение абсолютной погрешности $\Delta_{i\text{ИК}}$ по формуле:

$$\Delta_{i\text{ИК}} = X_{i\text{вых}} - X_{i\text{вх}} \quad (5)$$

4) для каждой КТ рассчитывают значение приведенной к ВПИ погрешности $\gamma_{i\text{ИК}}$ по формуле:

$$\gamma_{i\text{ИК}} = \frac{\Delta_{i\text{ИК}}}{X_{i\text{вх}}} \cdot 100\%, \quad (6)$$

5) заносят в протокол значения $X_{i\text{вых}}$ и $\gamma_{i\text{ИК}}$;

6) для каждой КТ сопоставляют $\gamma_{i\text{ИК}}$ с соответствующими пределами допускаемой приведенной к ВПИ погрешности ИК $\gamma_{i\text{ИК}}$, указанными в описании типа ОИ СИАКБ. Если для каждой КТ выполняется неравенство $|\gamma_{i\text{ИК}}| < |\gamma_{i\text{ИК}}|$, то ИК считают прошедшим определение МХ с положительным результатом.

Таблица 8 – Протокол определения МХ ИК напряжения АКБ, диапазон 1

X_i , В	$X_{i\text{вх}}$, В	$X_{i\text{вых}}$, В	$\gamma_{i\text{ИК}}$, %	$\gamma_{i\text{ИК}}$, %
0,0	0,0			
7,5	7,5			
15,0	15,0			
22,5	22,5			
30,0	30,0			

Таблица 9 – Протокол определения МХ ИК напряжения АКБ, диапазон 2

X_i , В	$X_{i\text{вх}}$, В	$X_{i\text{вых}}$, В	$\gamma_{i\text{ИК}}$, %	$\gamma_{i\text{ИК}}$, %
0	0			
15	15			
30	30			
45	45			
60	60			

Таблица 10 – Протокол определения МХ ИК напряжения ячеек АКБ

X_i , В	$X_{i\text{вх}}$, В	$X_{i\text{вых}}$, В	$\gamma_{i\text{ИК}}$, %	$\gamma_{i\text{ИК}}$, %
0	0,0			
2,5	2,5			
5,0	5,0			
7,5	7,5			
10,0	10,0			

9.2.7 Определение МХ ИК интервалов времени проводят в изложенной ниже последовательности:

1)) подключают к входу проверяемого ИК генератор, используемый в качестве эталонного прибора для формирования входных сигналов в проверяемом ИК, в соответствии с рисунком 1;

2) на вход ИК подают от генератора значения сигнала прямоугольной формы с напряжением 5 В и частотами $X_{i\text{ВХ}}$, соответствующим КТ X_i в соответствии с таблицей 11;

3) для каждой КТ считывают на дисплее ПК значение выходного сигнала $X_{i\text{ых}}$, выраженное в единицах измеряемой величины;

4) для каждой КТ рассчитывают значение абсолютной погрешности ИК $\Delta_{i\text{ИК}}$ по формуле (5);

5) заносят в протокол значения $X_{i\text{ых}}$ и $\Delta_{i\text{ИК}}$;

6) сопоставляют $\Delta_{i\text{ИК}}$ с пределами допускаемой абсолютной погрешности ИК $\Delta_{i\text{ИК}}$, указанными в описании типа ОИ СИАКБ. Если для каждой КТ выполняется неравенство $|\Delta_{i\text{ИК}}| < |\Delta_{i\text{ИК}}|$, то ИК считают прошедшим экспериментальное определение МХ с положительным результатом.

Таблица 11 – Протокол определения МХ ИК интервалов времени

X_i , Гц	$X_{i\text{ВХ}}$, с	$X_{i\text{ых}}$, с	$\Delta_{i\text{ИК}}$, с	$\Delta_{i\text{ИК}}$, с
0,1000	10			
0,0100	100			
0,0025	400			
0,0010	1000			
0,0001	10000			

10 Подтверждение соответствия метрологическим требованиям

10.1 Результаты поверки ИК ОИ СИАКБ, считаются положительными, если ИК прошел определение МХ по пп. 9.2.3 – 9.2.7 настоящей методики поверки с положительным результатом и каждый ИК с поэлементным методом поверки имеет в своем составе ПИП с действующими сведениями о поверке.

10.2 Если в процессе проверки документации по п. 9.1 обнаруживаются сведения о поверке ПИП с истекшим сроком действия, то ИК, в состав которого входит ПИП, признают прошедшим поверку с отрицательным результатом до устранения выявленного несоответствия.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки оформляются протоколом поверки свободной формы.

11.2 Сведения о результатах поверки направляются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.3 По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, на средство измерений выдается:

– в случае положительных результатов поверки – свидетельство о поверке установленного образца;

– в случае отрицательных результатов поверки – извещение о непригодности к применению установленного образца с указанием причин непригодности.

Заместитель начальника центра 201
ФБУ «НИЦ ПМ - Ростест»

 Ю.А. Шатохина

Начальник отдела 201/2
ФБУ «НИЦ ПМ - Ростест»

 А.С. Смирнов

Инженер 2 кат. отдела 201/2
ФБУ «НИЦ ПМ - Ростест»

 А.А. Гмызин