

СОГЛАСОВАНО

Главный метролог

АО «ПриСТ»



А.Н. Новиков

«06» сентября 2024 г.

«ГСИ. Источники-измерители АКИП-1601.
Методика поверки»

МП-ПР-25-2024

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика распространяется на источники-измерители АКИП-1601 (далее по тексту – источники-измерители) и устанавливает методы и средства их поверки.

При проведении поверки должна быть обеспечена прослеживаемость поверяемых источников-измерителей к государственным первичным эталонам единиц величин:

- к ГЭТ 13-2023 «ГПЭ единицы электрического напряжения» в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 июля 2023 г. № 1520;

- к ГЭТ 14-2014 «ГПЭ единицы электрического сопротивления» в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 года № 3456;

- к ГЭТ 4-91 «ГПЭ единицы силы постоянного электрического тока» в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений силы постоянного электрического тока, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01 октября 2018 года № 2091.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в Приложении А.

Для обеспечения реализации методики поверки при определении метрологических характеристик по пунктам 9.1 – 9.3 применяется метод прямых и косвенных измерений.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

При проведении первичной и периодической поверок источников-измерителей должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики
	первичной поверке	периодической поверке	
1 Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	Раздел 6
2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	Раздел 7
3 Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	Раздел 8
4 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям			Раздел 9
5 Определение абсолютной погрешности установки и измерения напряжения постоянного тока	Да	Да	9.1
6 Определение абсолютной погрешности установки и измерения силы постоянного тока	Да	Да	9.2
7 Определение абсолютной погрешности измерения сопротивления постоянному току	Да	Да	9.3
8 Оформление результатов поверки	Да	Да	Раздел 10

3. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от плюс 18 °С до плюс 28 °С;
- относительная влажность от 20 % до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа;
- напряжение питающей сети от 200 до 240 В;
- частота питающей сети от 47 до 63 Гц.

4. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 7.1	Средства измерений температуры окружающей среды от +10 до +30 °С с абсолютной погрешностью не более ± 1 °С; Средства измерений относительной влажности окружающего воздуха от 30 до 80 % с абсолютной погрешностью не более ± 3 %	Термогигрометр Fluke 1620A (рег. № 36331-07)
	Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 86 до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью не более ± 5 гПа	Измеритель давления Testo 511 (рег. № 53431-13)
	Средства измерений переменного напряжения в диапазоне от 50 до 480 В. Пределы допускаемой относительной погрешности измерений переменного напряжения не более 2 %. Средства измерений частоты от 45 до 60 Гц. Пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты не более 1 %.	Прибор измерительный универсальный параметров электрической сети DMG 800 (рег. № 49072-12)
9.1, 9.2	Эталоны единицы напряжения постоянного тока, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 3 разряда по государственной поверочной схеме для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утвержденной приказом Росстандарта № 1520 от 28.07.2023, в диапазоне значений напряжения ± 1000 В. Эталоны единицы силы постоянного тока, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 2 разряда по государственной поверочной схеме для средств измерений силы постоянного электрического тока, утвержденной приказом Росстандарта № 2091 от 01.10.2018, в диапазоне значений силы постоянного тока от $1 \cdot 10^{-6}$ до 3 А	Мультиметр Keysight 3458A, (рег. № 88737-23) Мультиметр цифровой прецизионный Fluke 8508A/01 (рег. № 25984-14)
9.3	Эталоны единицы электрического сопротивления постоянного тока, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 4 разряда по государственной поверочной схеме для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока, утвержденной приказом Росстандарта № 3456 от 30.12.2019, в диапазоне значений сопротивления постоянного тока от 1 Ом до 200 МОм	Резисторы прецизионные Fluke 742A, (рег. № 62206-15) Мера электрического сопротивления P4018, (рег. № 7791-80)
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа, поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

5. ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования ГОСТ 12.27.0-75, ГОСТ 12.3.019-80, ГОСТ 12.27.7-75, требованиями правил по охране труда при эксплуатации электроустановок, утвержденных приказом Минтруда России от 15 декабря 2020 года N 903н.

5.2 Средства поверки, вспомогательные средства поверки и оборудование должны соответствовать требованиям безопасности, изложенным в руководствах по их эксплуатации.

5.3 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.

6. ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Перед поверкой должен быть проведен внешний осмотр, при котором должно быть установлено соответствие поверяемого средства измерений следующим требованиям:

- не должно быть механических повреждений корпуса. Все надписи должны быть четкими и ясными;

- все разъемы, клеммы и измерительные провода не должны иметь повреждений и должны быть чистыми.

При наличии дефектов поверяемый источник-измеритель бракуется и подлежит ремонту.

7. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- средства поверки и поверяемый прибор должны быть подготовлены к работе согласно их руководствам по эксплуатации.

- контроль условий по обеспечению безопасности проведения поверки (раздел 5) должен быть выполнен перед началом поверки.

- контроль условий проведения поверки (раздел 3) должен быть выполнен перед началом поверки.

7.2 Опробование источников-измерителей проводят путем проверки их на функционирование в соответствии с руководством по эксплуатации.

При отрицательном результате опробования прибор бракуется и направляется в ремонт.

8. ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Считать версию программного обеспечения (ПО) в соответствии с РЭ.

Результаты поверки считать положительными, если номер версии ПО (Software Version) «000.001.001» и выше.

9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

Допускается проведение периодической поверки источников-измерителей для меньшего числа измеряемых величин на основании письменного заявления владельца, оформленного в произвольной форме.

9.1 Определение абсолютной погрешности установки и измерения напряжения постоянного тока

Определение абсолютной погрешности установки и измерения напряжения постоянного тока проводить при помощи мультиметра Keysight 3458A (далее по тексту – мультиметр) методом прямых измерений и сличения в следующей последовательности:

9.1.1 На источнике-измерителе установить режим установки и измерения напряжения постоянного тока согласно РЭ. На источнике-измерителе установить следующие параметры:

- 2-х проводный режим измерений;
- Усреднение NPLC 100;

9.1.2 Подключить клеммы «Force» источника-измерителя к клеммам «Input (2 Wire)» мультиметра в соответствии с РЭ источника-измерителя и мультиметра. Для установки напряжения постоянного тока выше 42 В замкнуть «INTERLOCK» в соответствии с РЭ.

9.1.3 На мультиметре установить следующие параметры согласно РЭ:

- Режим измерения: DCV;
- Range Auto;
- NPLC 100.

9.1.4 Установить на источнике-измерителе предел измерения и установки напряжения постоянного тока 200 мВ. Предел и лимит силы постоянного тока выставлять в соответствии с РЭ.

9.1.5 Установить на источнике-измерителе выходное значение напряжения 200 мВ.

9.1.6 Зафиксировать измеренное мультиметром значение и записать в графу «Действительное значение напряжения, В» таблиц 3 и 4.

9.1.7 Зафиксировать измеренное источником-измерителем значение и записать в графу «Измеренное значение, В» таблицы 4.

9.1.8 Рассчитать абсолютную погрешность измерения источника-измерителя по формуле 1 и записать в соответствующую графу таблицы 4.

$$\Delta U = U_{\text{изм}} - U_{\text{д}} \quad (1)$$

где $U_{\text{д}}$ – действительное значение напряжения, В;

$U_{\text{изм}}$ – измеренное значение напряжения, В.

9.1.9 Повторить операции поверки по п. п. 9.1.4 – 9.1.8 в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3

Установленное значения напряжения источника-измерителя, В	Предел установки источника-измерителя, В	Действительное значение напряжения, В	Нижний предел допускаемых значений, В	Верхний предел допускаемых значений, В
+0,200000	0,2		+0,19967	+0,20033
-0,200000			-0,20033	-0,19967
+2,000000	2		+1,9994	+2,0006
-2,000000			-2,0006	-1,9994
+20,00000	20		+19,996	+20,004
-20,00000			-20,004	-19,996
+200,0000	200		+199,96	+200,04
-200,0000			-200,04	-199,96
+1000,000	1000 ¹⁾		+999,75	+1000,25
-1000,000			-1000,25	-999,75

Примечание:

¹⁾ – предел для модели АКИП-1601/1

Таблица 4

Действительное значение напряжения, В	Предел измерения источника-измерителя, В	Измеренное значение, В	Абсолютная погрешность измерения, В	Допускаемая абсолютная погрешность измерения, В
	0,2			$\pm(0,00015 \cdot U_{\text{д}} + 0,0003 \text{ В})$
	2			

	20			$\pm(0,00015 \cdot U_d + 0,001 \text{ В})$
	200			$\pm(0,00015 \cdot U_d + 0,01 \text{ В})$
	1000 ¹⁾			$\pm(0,0002 \cdot U_d + 0,05 \text{ В})$
Примечание: 1) – предел для модели АКИП-1601/1				

Результаты операции поверки считать положительными, если действительные значения установки напряжения находятся в пределах, приведенных в таблице 3, и абсолютная погрешность измерения источника-измерителя не превышает допусковых значений из таблицы 4.

9.2 Определение абсолютной погрешности установки и измерения силы постоянного тока

Определение абсолютной погрешности установки и измерения силы постоянного тока проводить при помощи мультиметра цифрового прецизионного Fluke 8508A/01 (далее по тексту – мультиметр Fluke) методом прямых измерений и сличения, при помощи мультиметра Keysight 3458A (далее по тексту – мультиметр Keysight), резисторов прецизионных Fluke 742A и меры электрического сопротивления P4018 методом косвенных измерений в следующей последовательности:

9.2.1 На источнике-измерителе установить режим установки и измерения силы постоянного тока согласно РЭ. На источнике-измерителе установить следующие параметры согласно РЭ:

- 2-х проводный режим измерений;
- Усреднение NPLC 100.

9.2.2 Собрать схему в соответствии с рисунком 1 согласно РЭ источнике-измерителя, мер и мультиметра Keysight.

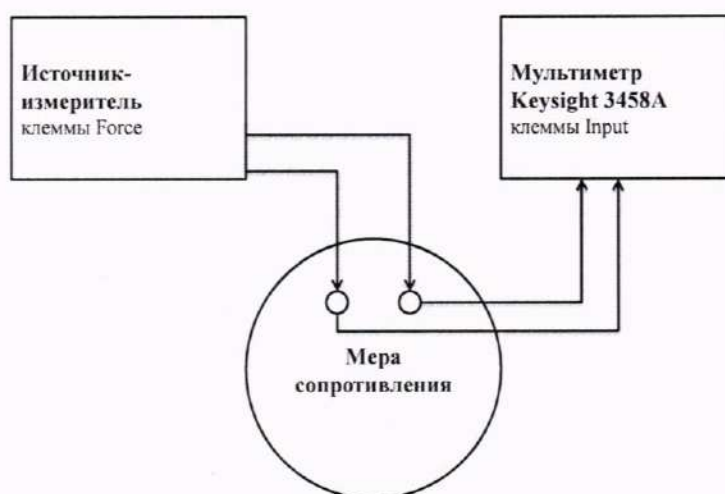


Рисунок 1

9.2.3 На мультиметре Keysight установить следующие параметры согласно РЭ:

- Режим измерения: DCV;
- NPLC 100;
- Range Auto.

9.2.4 Установить на источнике-измерителе предел измерения и установки силы постоянного тока 10 нА. Для модификации АКИП-1601/1 установить на источнике-измерителе

предел измерения и установки силы постоянного тока 1 мкА. Предел и лимит напряжения установить в соответствии с РЭ.

9.2.5 Установить на источнике-измерителе выходное значение силы тока 10 нА. Для моделей 1602/1 установить на источнике-измерителе выходное значение силы тока 1 мкА.

9.2.6 Зафиксировать измеренное мультиметром Keysight значение напряжения и записать в графу «Измеренное значение падения напряжения, В» таблицы 5.

9.2.7 Рассчитать действительное значение силы тока по формуле 2 и записать в соответствующую графу таблиц 5 и 6.

$$I_d = U_{изм}/R \quad (2)$$

где $U_{изм}$ – измеренное значение падения напряжения, В;

R – действительное значение сопротивления меры, Ом.

9.2.8 Зафиксировать измеренное источником-измерителем значение силы тока и записать в графу «Измеренное значение силы тока, А» таблицы 6.

9.2.9 Рассчитать абсолютную погрешность измерения источника-измерителя по формуле 3 и записать в соответствующую графу таблицы 6.

$$\Delta I = I_{изм} - I_d \quad (3)$$

где I_d – действительное значение силы постоянного тока, А;

$I_{изм}$ – измеренное значение силы постоянного тока, А.

9.2.10 Повторить операции поверки по п. п. 9.2.4 – 9.2.9 в соответствии с таблицами 5 и 6.

9.2.11 Подключить клеммы «Force» передней панели источника-измерителя к клеммам «Input (LO/A)» мультиметра Fluke в соответствии с РЭ источника-измерителя и мультиметра.

9.2.12 Установить на источнике-измерителе предел измерения и установки 100 мкА. Предел и лимит напряжения установить в соответствии с РЭ.

9.2.13 Установить на источнике-измерителе выходное значение силы тока 100 мкА.

9.2.14 На мультиметре Fluke установить следующие параметры согласно РЭ:

- Режим измерения: DCI;

- RESL 7;

- Range установить в соответствии с выходным значением силы тока.

9.2.15 Зафиксировать измеренное мультиметром Fluke значение силы тока и записать в графу «Действительное значение силы тока, А» таблиц 5.1, 6.1 для АКИП-1601/1 и 5.2, 6.2 для АКИП-1601/2, АКИП-1601/3.

9.2.16 Зафиксировать измеренное источником-измерителем значение силы тока и записать в графу «Измеренное значение силы тока, А» таблицы 6.1 для АКИП-1601/1 и 6.2 для АКИП-1601/2, АКИП-1601/3.

9.2.17 Повторить операции поверки по п.п. 9.2.12-9.2.16 в соответствии с таблицами 5.1, 6.1 для АКИП-1601/1 и 5.2, 6.2 для АКИП-1601/2, АКИП-1601/3.

Таблица 5

Установленное значение силы тока источника-измерителя	Измеренное значение падения напряжения, В	Действительное значение силы тока, А	Нижний предел допускаемых значений	Верхний предел допускаемых значений
Предел 10 нА ¹⁾ , 100 МОм, $R_d =$				
+10 нА			+9,94 нА	+10,06 нА
-10 нА			-10,06 нА	-9,94 нА
Предел 100 нА ¹⁾ , 10 МОм, $R_d =$				
+100 нА			+99,84 нА	+100,16 нА
-100 нА			-100,16 нА	-99,84 нА
Предел 1 мкА, 10 МОм, $R_d =$				
+1 мкА			+0,99945 мкА	+1,00055 мкА
-1 мкА			-1,00055 мкА	-0,99945 мкА

Предел 10 мкА, 1 МОм, R _д =				
+10 мкА			+9,9968 мкА	+10,0032 мкА
-10 мкА			-10,0032 мкА	-9,9968 мкА
Примечание: 1) – пределы для модификаций АКИП-1601/2, АКИП-1601/3				

Таблица 5.1 – Для модификации АКИП-1601/1

Установленное значение силы тока источника-измерителя	Действительное значение силы тока, А	Нижний предел допускаемых значений	Верхний предел допускаемых значений
Предел 100 мкА			
+100 мкА		+99,9690 мкА	+100,0310 мкА
-100 мкА		-100,0310 мкА	-99,9690 мкА
Предел 1 мА			
+1 мА		+0,999690 мА	+1,000310 мА
-1 мА		-1,000310 мА	-0,999690 мА
Предел 10 мА			
+10 мА		+9,99690 мА	+10,00310 мА
-10 мА		-10,00310 мА	-9,99690 мА
Предел 100 мА			
+100 мА		+99,9690 мА	+100,0310 мА
-100 мА		-100,0310 мА	-99,9690 мА
Предел 1 А			
+1 А		+0,99920 А	+1,00080 А
-1 А		-1,00080 А	-0,99920 А

Таблица 5.2 – Для модификаций АКИП-1601/2 и АКИП-1601/3

Установленное значение силы тока источника-измерителя	Действительное значение силы тока, А	Нижний предел допускаемых значений	Верхний предел допускаемых значений
Предел $100 \cdot 10^{-6}$ А			
+100 мкА		+99,9740 мкА	+100,0260 мкА
-100 мкА		-100,0260 мкА	-99,9740 мкА
Предел 1 мА			
+1 мА		+0,999740 мА	+1,000260 мА
-1 мА		-1,000260 мА	-0,999740 мА
Предел 10 мА			
+10 мА		+9,99740 мА	+10,00260 мА
-10 мА		-10,00260 мА	-9,99740 мА
Предел 100 мА			
+100 мА		+99,9740 мА	+100,0260 мА
-100 мА		-100,0260 мА	-99,9740 мА
Предел 1 А			
+1 А		+0,99900 А	+1,00100 А
-1 А		-1,00100 А	-0,99900 А
Предел 1,5 А ¹⁾			
+1,5 А		+1,49775 А	+1,50225 А
-1,5 А		-1,50225 А	-1,49775 А
Предел 3 А ²⁾			
+3 А		+2,99700 А	+3,00300 А
-3 А		-3,00300 А	-2,99700 А

Примечания:

1) – предел для модификации АКИП-1601/2

2) – предел для модификации АКИП-1601/3

Таблица 6

Установленное значение силы тока источника-измерителя	Действительное значение силы тока, А	Измеренное значение силы тока, А	Абсолютная погрешность измерения, А	Допускаемая абсолютная погрешность измерения, А
Предел 10 нА ¹⁾ , 100 МОм, R _д =				
+10 нА				±(0,001·I _д +0,05 нА)
-10 нА				
Предел 100 нА ¹⁾ , 100 МОм, R _д =				
+100 нА				±(0,0006·I _д +0,1 нА)
-100 нА				
Предел 1 мкА, 10 МОм, R _д =				
+1 мкА				±(0,00025·I _д +0,0003 мкА)
-1 мкА				
Предел 10 мкА, 1 МОм, R _д =				
+10 мкА				±(0,00025·I _д +0,0007 мкА)
-10 мкА				
Примечание: 1) – пределы для моделей АКИП-1601/2, АКИП-1601/3; I _д – действительное значение силы тока, А				

Таблица 6.1 – Для модификации АКИП-1601/1

Установленное значение силы тока источника-измерителя	Действительное значение силы тока, А	Измеренное значение силы тока, А	Абсолютная погрешность измерения, А	Допускаемая абсолютная погрешность измерения, А
Предел 100 мкА				
+100 мкА				±(0,00025·I _д +0,006 мкА)
-100 мкА				
Предел 1 мА				
+1 мА				±(0,00025·I _д +0,00006 мА)
-1 мА				
Предел 10 мА				
+10 мА				±(0,00025·I _д +0,0006 мА)
-10 мА				
Предел 100 мА				
+100 мА				±(0,00025·I _д +0,006 мА)
-100 мА				
Предел 1 А				
+1 А				±(0,0003·I _д +0,0005 А)
-1 А				
Примечание: I _д – действительное значение силы тока, А				

Таблица 6.2 – Для модификаций АКИП-1601/2 и АКИП-1601/3

Установленное значение силы тока источника-измерителя	Действительное значение силы тока, А	Измеренное значение силы тока, А	Абсолютная погрешность измерения, А	Допускаемая абсолютная погрешность измерения, А
Предел 100 мкА				
+100 мкА				±(0,0002·I _д +0,006 мкА)
-100 мкА				

Предел 1 мА				
+1 мА				$\pm(0,0002 \cdot I_{\text{д}} + 0,00006 \text{ мА})$
-1 мА				
Предел 10 мА				
+10 мА				$\pm(0,0002 \cdot I_{\text{д}} + 0,0006 \text{ мА})$
-10 мА				
Предел 100 мА				
+100 мА				$\pm(0,0002 \cdot I_{\text{д}} + 0,006 \text{ мА})$
-100 мА				
Предел 1 А				
+1 А				$\pm(0,0005 \cdot I_{\text{д}} + 0,0005 \text{ А})$
-1 А				
Предел 1,5 А ¹⁾				
+1,5 А				$\pm(0,0005 \cdot I_{\text{д}} + 0,0015 \text{ А})$
-1,5 А				
Предел 3 А ²⁾				
+3 А				$\pm(0,0005 \cdot I_{\text{д}} + 0,0015 \text{ А})$
-3 А				
Примечания:				
1) – предел для модификации АКИП-1601/2				
2) – предел для модификации АКИП-1601/3				
I _д – действительное значение силы тока, А				

Результаты операции поверки считать положительными, если действительные значения установки силы тока находятся в пределах, приведенных в таблицах 5, 5.1, 5.2, и абсолютная погрешность измерения источника-измерителя не превышает допускаемых значений из таблицы 6, 6.1, 6.2.

9.3 Определение абсолютной погрешности сопротивления постоянному току

Определение абсолютной погрешности установки и измерения сопротивления постоянному току проводить при помощи резисторов прецизионных Fluke 742A и меры электрического сопротивления измерительной Р4018 (далее по тексту – меры сопротивления) методом прямых измерений в следующей последовательности:

9.3.1 На источнике-измерителе установить режим измерения сопротивления постоянному току. На источнике-измерителе установить следующие параметры согласно РЭ:

- 4-х проводный режим измерений;
- Усреднение NPLC 100.

9.3.2 Подключить клеммы «Force» передней панели источника-измерителя к токовым клеммам меры сопротивления и клеммы «Sense» потенциальным клеммам меры сопротивления номиналом 1 Ом (для высокоомных мер сопротивления подключить «Force» и «Sense» к входным клеммам) в соответствии с РЭ источника-измерителя и меры сопротивления.

9.3.3 Установить на источнике-измерителе предел измерения 2 Ом, напряжение 2 В согласно РЭ. Предел и лимит силы тока устанавливать согласно РЭ.

9.3.4 Зафиксировать измеренное источником-измерителем значение и записать в графу «Измеренное значение, Ом» таблицы 7.

9.3.5 Записать действительное значение сопротивления меры сопротивления в соответствующую графу таблицы 7.

9.3.6 Рассчитать абсолютную погрешность измерения источника-измерителя по формуле 3 и записать в соответствующую графу таблицы 7.

$$\Delta R = R_{\text{изм}} - R_d \quad (4)$$

где R_д – действительное значение сопротивления, Ом;

R_{изм} – измеренное значение сопротивления, Ом.

9.3.7 Повторить операции поверки по п. п. 9.3.2 – 9.3.6 в соответствии с таблицей 7.

Таблица 7

Номинальное значение сопротивления, Ом	Действительное значение сопротивления, Ом	Измеренное значение, Ом	Абсолютная погрешность измерения, Ом	Допускаемая абсолютная погрешность измерения, Ом
Предел измерения источника-измерителя 2 Ом				
1 Ом				$\pm(0,001 \cdot R_d + 0,0003 \text{ Ом})$
Предел измерения источника-измерителя 20 Ом				
10 Ом				$\pm(0,00055 \cdot R_d + 0,003 \text{ Ом})$
Предел измерения источника-измерителя 200 Ом				
100 Ом				$\pm(0,00055 \cdot R_d + 0,03 \text{ Ом})$
Предел измерения источника-измерителя 2 кОм				
1 кОм				$\pm(0,00055 \cdot R_d + 0,0003 \text{ кОм})$
Предел измерения источника-измерителя 20 кОм				
10 кОм				$\pm(0,00055 \cdot R_d + 0,003 \text{ кОм})$
Предел измерения источника-измерителя 200 кОм				
100 кОм				$\pm(0,00055 \cdot R_d + 0,03 \text{ кОм})$
Предел измерения источника-измерителя 2 МОм				
1 МОм				$\pm(0,0007 \cdot R_d + 0,0003 \text{ МОм})$
Предел измерения источника-измерителя 20 МОм				
10 МОм ¹⁾				$\pm(0,0035 \cdot R_d + 0,003 \text{ МОм})$
10 МОм ²⁾				$\pm(0,002 \cdot R_d + 0,003 \text{ МОм})$
Предел измерения источника-измерителя 200 МОм				
100 МОм ²⁾				$\pm(0,007 \cdot R_d + 0,03 \text{ МОм})$
Примечания:				
¹ – для модификации АКИП-1601/1				
² – для модификаций АКИП-1601/2 и АКИП-1601/3				
R_d – действительное значение сопротивления, Ом				

Результаты операции поверки считать положительными, если абсолютная погрешность измерения источника-измерителя не превышает допускаемых значений из таблицы 7.

Источники – измерители считают соответствующими метрологическим требованиям при положительных результатах поверки, установленных в п. п. 9.1 – 9.3.

10. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

10.1 Результаты операции поверки подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

10.2 При положительных результатах поверки по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке и (или) наносится знак поверки на средство измерений.

10.3 При отрицательных результатах поверки (когда не подтверждается соответствие средств измерений метрологическим требованиям) по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности.

10.4 Протоколы поверки оформляются в соответствии с требованиями, установленными в организации, проводившей поверку.

Начальник отдела испытаний
АО «ПриСТ»



О. В. Котельник

Ведущий инженер по метрологии
отдела испытаний АО «ПриСТ»



Е. Е. Смердов

Метрологические требования подтверждаемые в результате поверки

Таблица А1 – Метрологические характеристики источников в режиме воспроизведения силы постоянного тока

Пределы измерений	Разрешение	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности ΔI_{os} воспроизведения силы постоянного тока, А
АКИП-1601/1, АКИП-1601/1R		
± 1 мкА	1 пА	$\pm(0,00025 \cdot I_{os} + 300 \text{ пА})$
± 10 мкА	10 пА	$\pm(0,00025 \cdot I_{os} + 700 \text{ пА})$
± 100 мкА	100 пА	$\pm(0,00025 \cdot I_{os} + 6 \text{ нА})$
± 1 мА	1 нА	$\pm(0,00025 \cdot I_{os} + 60 \text{ нА})$
± 10 мА	10 нА	$\pm(0,00025 \cdot I_{os} + 600 \text{ нА})$
± 100 мА	100 нА	$\pm(0,00025 \cdot I_{os} + 6 \text{ мкА})$
± 1 А	1 мкА	$\pm(0,0003 \cdot I_{os} + 500 \text{ мкА})$
АКИП-1601/2, АКИП-1601/2R		
± 1 нА	100 фА	$\pm(0,001 \cdot I_{os} + 50 \text{ пА})$
± 100 нА	1 пА	$\pm(0,0006 \cdot I_{os} + 100 \text{ пА})$
± 1 мкА	10 пА	$\pm(0,00025 \cdot I_{os} + 300 \text{ пА})$
± 10 мкА	100 пА	$\pm(0,00025 \cdot I_{os} + 700 \text{ пА})$
± 100 мкА	1 нА	$\pm(0,0002 \cdot I_{os} + 6 \text{ нА})$
± 1 мА	10 нА	$\pm(0,0002 \cdot I_{os} + 60 \text{ нА})$
± 10 мА	100 нА	$\pm(0,0002 \cdot I_{os} + 600 \text{ нА})$
± 100 мА	1 мкА	$\pm(0,0002 \cdot I_{os} + 6 \text{ мкА})$
± 1 А	10 мкА	$\pm(0,0005 \cdot I_{os} + 500 \text{ мкА})$
$\pm 1,5$ А	10 мкА	$\pm(0,0005 \cdot I_{os} + 1,5 \text{ мА})$
АКИП-1601/3, АКИП-1601/3R		
± 1 нА	10 фА	$\pm(0,001 \cdot I_{os} + 50 \text{ пА})$
± 100 нА	100 фА	$\pm(0,0006 \cdot I_{os} + 100 \text{ пА})$
± 1 мкА	1 пА	$\pm(0,00025 \cdot I_{os} + 300 \text{ пА})$
± 10 мкА	10 пА	$\pm(0,00025 \cdot I_{os} + 700 \text{ пА})$
± 100 мкА	100 пА	$\pm(0,0002 \cdot I_{os} + 6 \text{ нА})$
± 1 мА	1 нА	$\pm(0,0002 \cdot I_{os} + 60 \text{ нА})$
± 10 мА	10 нА	$\pm(0,0002 \cdot I_{os} + 600 \text{ нА})$
± 100 мА	100 нА	$\pm(0,0002 \cdot I_{os} + 6 \text{ мкА})$
± 1 А	1 мкА	$\pm(0,0005 \cdot I_{os} + 500 \text{ мкА})$
± 3 А	10 мкА	$\pm(0,0005 \cdot I_{os} + 1,5 \text{ мА})$
$\pm 10 \text{ А}^{1)}$	10 мкА	$\pm(0,004 \cdot I_{os} + 25 \text{ мА})$
Примечания:		
¹⁾ – модификация АКИП-1601/3 в импульсном режиме		
I_{os} – значение воспроизводимой силы тока, А		

Таблица А2 – Метрологические характеристики источников в режиме измерения силы постоянного тока

Пределы измерений	Разрешение	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности ΔI_{om} измерения силы постоянного тока, А
1	2	3
АКИП-1601/1, АКИП-1601/1R		
± 1 мкА	1 пА	$\pm(0,00025 \cdot I_{om} + 300 \text{ пА})$
± 10 мкА	10 пА	$\pm(0,00025 \cdot I_{om} + 700 \text{ пА})$
± 100 мкА	100 пА	$\pm(0,00025 \cdot I_{om} + 6 \text{ нА})$
± 1 мА	1 нА	$\pm(0,00025 \cdot I_{om} + 60 \text{ нА})$

Продолжение таблицы А2

1	2	3
± 10 мА	10 нА	$\pm(0,00025 \cdot I_{om} + 600 \text{ нА})$
± 100 мА	100 нА	$\pm(0,00025 \cdot I_{om} + 6 \text{ мкА})$
± 1 А	1 мкА	$\pm(0,0003 \cdot I_{om} + 500 \text{ мкА})$
АКИП-1601/2, АКИП-1601/2R		
± 1 нА	10 фА	$\pm(0,001 \cdot I_{om} + 50 \text{ пА})$
± 100 нА	100 фА	$\pm(0,0006 \cdot I_{om} + 100 \text{ пА})$
± 1 мкА	1 пА	$\pm(0,00025 \cdot I_{om} + 300 \text{ пА})$
± 10 мкА	10 пА	$\pm(0,00025 \cdot I_{om} + 700 \text{ пА})$
± 100 мкА	100 пА	$\pm(0,0002 \cdot I_{om} + 6 \text{ нА})$
± 1 мА	1 нА	$\pm(0,0002 \cdot I_{om} + 60 \text{ нА})$
± 10 мА	10 нА	$\pm(0,0002 \cdot I_{om} + 600 \text{ нА})$
± 100 мА	100 нА	$\pm(0,0002 \cdot I_{os} + 6 \text{ мкА})$
± 1 А	1 мкА	$\pm(0,0005 \cdot I_{om} + 500 \text{ мкА})$
$\pm 1,5$ А	1 мкА	$\pm(0,0005 \cdot I_{om} + 1,5 \text{ мА})$
АКИП-1601/3, АКИП-1601/3R		
± 1 нА	10 фА	$\pm(0,001 \cdot I_{om} + 50 \text{ пА})$
± 100 нА	100 фА	$\pm(0,0006 \cdot I_{om} + 100 \text{ пА})$
± 1 мкА	1 пА	$\pm(0,00025 \cdot I_{om} + 300 \text{ пА})$
± 10 мкА	10 пА	$\pm(0,00025 \cdot I_{om} + 700 \text{ пА})$
± 100 мкА	100 пА	$\pm(0,0002 \cdot I_{om} + 6 \text{ нА})$
± 1 мА	1 нА	$\pm(0,0002 \cdot I_{om} + 60 \text{ нА})$
± 10 мА	10 нА	$\pm(0,0002 \cdot I_{om} + 600 \text{ нА})$
± 100 мА	100 нА	$\pm(0,0002 \cdot I_{om} + 6 \text{ мкА})$
± 1 А	1 мкА	$\pm(0,0005 \cdot I_{om} + 500 \text{ мкА})$
± 3 А	10 мкА	$\pm(0,0005 \cdot I_{om} + 1,5 \text{ мА})$
± 10 А	10 мкА	$\pm(0,004 \cdot I_{om} + 25 \text{ мА})$
Примечание:		
I_{om} – значение воспроизводимой силы тока, А		

Таблица А3 – Метрологические характеристики источников в режиме воспроизведения напряжения постоянного тока

Пределы измерений	Разрешение	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности ΔU_{os} воспроизведения напряжения постоянного тока, В
1	2	3
АКИП-1601/1, АКИП-1601/1R		
± 200 мВ	0,1 мкВ	$\pm(0,00015 \cdot U_{os} + 300 \text{ мкВ})$
± 2 В	1 мкВ	$\pm(0,00015 \cdot U_{os} + 300 \text{ мкВ})$
± 20 В	10 мкВ	$\pm(0,00015 \cdot U_{os} + 1 \text{ мВ})$
± 200 В	100 мкВ	$\pm(0,00015 \cdot U_{os} + 10 \text{ мВ})$
± 1000 В	1 мВ	$\pm(0,0002 \cdot U_{os} + 50 \text{ мВ})$
АКИП-1602/1, АКИП-1602/1R		
± 200 мВ	1 мкВ	$\pm(0,00015 \cdot U_{os} + 300 \text{ мкВ})$
± 2 В	10 мкВ	$\pm(0,00015 \cdot U_{os} + 300 \text{ мкВ})$
± 20 В	100 мкВ	$\pm(0,00015 \cdot U_{os} + 1 \text{ мВ})$
± 200 В	1 мВ	$\pm(0,00015 \cdot U_{os} + 10 \text{ мВ})$
АКИП-1603/1, АКИП-1603/1R		
± 200 мВ	0,1 мкВ	$\pm(0,00015 \cdot U_{os} + 300 \text{ мкВ})$

Продолжение таблицы А3

1	2	3
± 2 В	1 мкВ	$\pm(0,00015 \cdot U_{os} + 300 \text{ мкВ})$
± 20 В	10 мкВ	$\pm(0,00015 \cdot U_{os} + 1 \text{ мВ})$
± 200 В	100 мкВ	$\pm(0,00015 \cdot U_{os} + 10 \text{ мВ})$

Примечание:

 U_{os} – значение воспроизводимого напряжения, В

Таблица А4 – Метрологические характеристики источников в режиме измерения напряжения постоянного тока

Пределы измерений	Разрешение	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности ΔU_{om} измерения напряжения постоянного тока, В
АКИП-1601/1, АКИП-1601/1R		
± 200 мВ	0,1 мкВ	$\pm(0,00015 \cdot U_{om} + 300 \text{ мкВ})$
± 2 В	1 мкВ	$\pm(0,00015 \cdot U_{om} + 300 \text{ мкВ})$
± 20 В	10 мкВ	$\pm(0,00015 \cdot U_{om} + 1 \text{ мВ})$
± 200 В	100 мкВ	$\pm(0,00015 \cdot U_{om} + 10 \text{ мВ})$
± 1000 В	1 мВ	$\pm(0,0002 \cdot U_{om} + 50 \text{ мВ})$
АКИП-1602/1, АКИП-1602/1R		
± 200 мВ	1 мкВ	$\pm(0,00015 \cdot U_{om} + 300 \text{ мкВ})$
± 2 В	10 мкВ	$\pm(0,00015 \cdot U_{om} + 300 \text{ мкВ})$
± 20 В	100 мкВ	$\pm(0,00015 \cdot U_{om} + 1 \text{ мВ})$
± 200 В	1 мВ	$\pm(0,00015 \cdot U_{om} + 10 \text{ мВ})$
АКИП-1603/1, АКИП-1603/1R		
± 200 мВ	0,1 мкВ	$\pm(0,00015 \cdot U_{om} + 300 \text{ мкВ})$
± 2 В	1 мкВ	$\pm(0,00015 \cdot U_{om} + 300 \text{ мкВ})$
± 20 В	10 мкВ	$\pm(0,00015 \cdot U_{om} + 1 \text{ мВ})$
± 200 В	100 мкВ	$\pm(0,00015 \cdot U_{om} + 10 \text{ мВ})$

Примечание:

 U_{om} – значение измеряемого напряжения, В

Таблица А5 – Метрологические характеристики источников в режиме измерения сопротивления постоянному току

Пределы измерений	Разрешение	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности ΔR измерения сопротивления постоянному току, Ом
1	2	3
АКИП-1601/1, АКИП-1601/1R		
2 Ом	1 мОм	$\pm(0,001 \cdot R + 0,0003 \text{ Ом})$
20 Ом	10 мОм	$\pm(0,00055 \cdot R + 0,003 \text{ Ом})$
200 Ом	100 мОм	$\pm(0,00055 \cdot R + 0,03 \text{ Ом})$
2 кОм	1 мОм	$\pm(0,00055 \cdot R + 0,3 \text{ Ом})$
20 кОм	10 мОм	$\pm(0,00055 \cdot R + 3 \text{ Ом})$
200 кОм	100 мОм	$\pm(0,00055 \cdot R + 30 \text{ Ом})$
2 МОм	1 Ом	$\pm(0,0007 \cdot R + 300 \text{ Ом})$
20 МОм	10 Ом	$\pm(0,0035 \cdot R + 3 \text{ кОм})$
АКИП-1601/2, АКИП-1601/2R		
2 Ом	1 мОм	$\pm(0,001 \cdot R + 0,0003 \text{ Ом})$
20 Ом	10 мОм	$\pm(0,00055 \cdot R + 0,003 \text{ Ом})$
200 Ом	100 мОм	$\pm(0,00055 \cdot R + 0,03 \text{ Ом})$
2 кОм	1 мОм	$\pm(0,00055 \cdot R + 0,3 \text{ Ом})$
20 кОм	10 мОм	$\pm(0,00055 \cdot R + 3 \text{ Ом})$
200 кОм	100 мОм	$\pm(0,00055 \cdot R + 30 \text{ Ом})$
2 МОм	1 Ом	$\pm(0,0007 \cdot R + 300 \text{ Ом})$
20 МОм	10 Ом	$\pm(0,002 \cdot R + 3 \text{ кОм})$
200 МОм	100 Ом	$\pm(0,007 \cdot R + 30 \text{ кОм})$

Продолжение таблицы А5

1	2	3
АКИП-1601/3, АКИП-1601/3R		
2 Ом	1 мкОм	$\pm(0,001 \cdot R + 0,0003 \text{ Ом})$
20 Ом	10 мкОм	$\pm(0,00055 \cdot R + 0,003 \text{ Ом})$
200 Ом	100 мкОм	$\pm(0,00055 \cdot R + 0,03 \text{ Ом})$
2 кОм	1 мОм	$\pm(0,00055 \cdot R + 0,3 \text{ Ом})$
20 кОм	10 мОм	$\pm(0,00055 \cdot R + 3 \text{ Ом})$
200 кОм	100 мОм	$\pm(0,00055 \cdot R + 30 \text{ Ом})$
2 МОм	1 Ом	$\pm(0,0007 \cdot R + 300 \text{ Ом})$
20 МОм	10 Ом	$\pm(0,002 \cdot R + 3 \text{ кОм})$
200 МОм	100 Ом	$\pm(0,007 \cdot R + 30 \text{ кОм})$
Примечание:		
R – значение измеряемого сопротивления, Ом		