

СОГЛАСОВАНО

Главный метролог

АО «ПриСТ»



А. Н. Новиков

«06» февраля 2026 г.

«ГСИ. Источники питания АКИП-1502.
Методика поверки»

МП-ПР-02-2026

Москва
2026

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика распространяется на источники питания АКИП-1502 (далее по тексту – источники) и устанавливает методы и средства их поверки.

При проведении поверки должна быть обеспечена прослеживаемость поверяемых нагрузок к государственным первичным эталонам единиц величин в соответствии с:

- государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 28 июля 2023 г. № 1520, к Государственному первичному эталону единицы электрического напряжения – ГЭТ 13-2023;

- государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 01 октября 2018 г. № 2091, к Государственному первичному эталону единицы силы постоянного электрического тока – ГЭТ 4-91;

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

2. ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1	2	3	4
1. Внешний осмотр средства измерений	да	да	Раздел 6
2. Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	Раздел 7
3. Проверка идентификационных данных программного обеспечения	да	да	Раздел 8
4. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям			Раздел 9
5. Определение абсолютной погрешности воспроизведения и измерения напряжения постоянного тока	да	да	9.1
6. Определение нестабильности выходного напряжения при изменении тока нагрузки	да	да	9.2
7. Определение нестабильности выходного напряжения при изменении напряжения питания	да	да	9.3
8. Определение абсолютной погрешности воспроизведения и измерения силы постоянного тока	да	да	9.4
9. Определение нестабильности силы выходного тока при изменении напряжения на нагрузке	да	да	9.5

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
10. Определение нестабильности силы выходного тока при изменении напряжения питания	да	да	9.6
11. Определение абсолютной погрешности установки и измерения напряжения постоянного тока при работе в режиме стабилизации напряжения (режим электронной нагрузки)	да	да	9.7
12. Определение абсолютной погрешности установки и измерения силы постоянного тока при работе в режиме стабилизации силы тока (режим электронной нагрузки)	да	да	9.8
10. Оформление результатов поверки	да	да	Раздел 10

3. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от плюс 18 °С до плюс 28 °С;
- относительная влажность от 30 % до 75 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа;
- напряжение питающей сети от 198 до 242 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
1	2	3
7,9.1, 9.2, 9.3, 9.7	Эталоны единицы напряжения постоянного тока и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 3 разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520, в диапазоне значений напряжения постоянного тока от минус 1000 до 1000 В.	Мультиметр цифровой 2002, рег. № 25787-08
9.4, 9.5, 9.6, 9.8	Эталоны единицы силы постоянного тока и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 2 разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 01 октября 2018 г. № 2091, в диапазоне значений силы постоянного тока от $1 \cdot 10^{-5}$ до 20 А.	Шунт токовый PCS-71000А, рег. № 68945-17

Продолжение таблицы 2

1	2	3
9.7, 9.8	Воспроизведение выходного напряжения диапазон от 0 до 32 В; Погрешность $\pm 0,05\%$. Воспроизведение выходного тока. Диапазон от 0...6 А; $\pm 0,15\%$	Источник питания постоянного тока АКИП-1141 рег. № 62887-15
9.2,9.3,9.5,9.6	Диапазон напряжения на нагрузке от 0 до 32 В, Диапазон силы тока в нагрузке от 0 до 6 А, Максимальная мощность на нагрузке 200 Вт, Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки напряжения $\pm(0,0005 \cdot U_{\text{уст}} + 0,001 \cdot U_{\text{пред}})$ В, Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки силы тока $\pm(0,001 \cdot I_{\text{уст}} + 0,001 \cdot I_{\text{пред}})$ А.	Нагрузка электронная АКИП-1390-80-80-500, Шасси к нагрузке АКИП-1390-5, рег № 96401-25
7,9.1,9.2,9.3,9.4, 9.5,9.6,9.7,9.8	Диапазон выходного напряжения от 0 до 300 В. Максимальная выходная мощность 1500 В·А. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности $\pm(0,002 \cdot U_{\text{изм}} + 0,6)$ В	Источник питания переменного тока АКИП-1202/3, рег № 63132-16

Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа, поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.

Таблица 3 – Вспомогательные средства поверки

Измеряемая величина	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Тип средства поверки
1	2	3
Температура	Средства измерений температуры окружающей среды от +10 до +30 °С с абсолютной погрешностью ± 1 °С;	Термогигрометр Fluke 1620A (рег. № 36331-07)
Давление	Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84,0 до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью ± 5 гПа	Измеритель давления Testo 511 (рег. № 53431-13)
Влажность	Средства измерений относительной влажности окружающего воздуха от 30 до 80 % с абсолютной погрешностью ± 3 %	Термогигрометр Fluke 1620A (рег. № 36331-07)
Напряжение питающей сети	Средства измерений переменного напряжения в диапазоне от 50 до 480 В. Пределы допускаемой относительной погрешности измерений переменного напряжения ± 2 %. Средства измерений частоты от 45 до 66 Гц. Пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты ± 1 %.	Мультиметр цифровой DMG 800 (рег. № 75130-19)

5. ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования ГОСТ 12.3.019-80 с Изменениями №1, 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 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

6.1 Перед поверкой должен быть проведен внешний осмотр, при котором должно быть установлено соответствие поверяемого прибора 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.

6.2 При наличии дефектов поверяемый прибор 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 источник должны быть подготовлены к работе согласно руководств 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 источника проводят путем проверки функционирования в соответствии с руководством по эксплуатации.

При отрицательном результате опробования источник бракуется и направляется в ремонт.

8. ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Проверку идентификационных данных программного обеспечения источников проводить путем вывода на цифровое табло информации о версии программного обеспечения. Вывод системной информации осуществляется по процедуре, описанной в руководстве по эксплуатации на источники.

Результат проверки считать положительным, если номер версии программного обеспечения не ниже, приведенного в таблице 4.

Таблица 4 - Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	отсутствует
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	1.0.1

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

Периодическая поверка источников, в случае их использования на меньшем числе измерительных каналов, чем указано в разделе «Описание средства измерений» Описания типа, допускается на основании письменного заявления владельца СИ, оформленного в произвольной форме. Соответствующая информация в соответствии с приказом Минпромторга РФ № 2510 от 31.07.2020 г. должна быть передана в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

9.1 Определение абсолютной погрешности воспроизведения и измерения напряжения постоянного тока

Определение абсолютной погрешности воспроизведения и измерения напряжения постоянного тока проводится методом прямого измерения напряжения, воспроизводимого поверяемым прибором, эталонным СИ – мультиметром цифровым 2002.

Все электрические схемы собирать с использованием источника питания переменного тока АКИП-1202/3, подключенного к поверяемому средству измерений. На рисунке 1 и далее питание источника осуществляется от источника питания переменного тока АКИП-1202/3 с установленным выходным напряжением 220 В. Это напряжение является номинальным для поверяемого СИ.

Измерения проводятся на канале 1 для АКИП-1502/1, на каналах 1 и 2 для АКИП-1502/2 и АКИП-1502/3 и каналах 1, 2, 3 и 4 для АКИП-1502/4.

9.1.1 Собрать измерительную схему, представленную на рисунке 1.

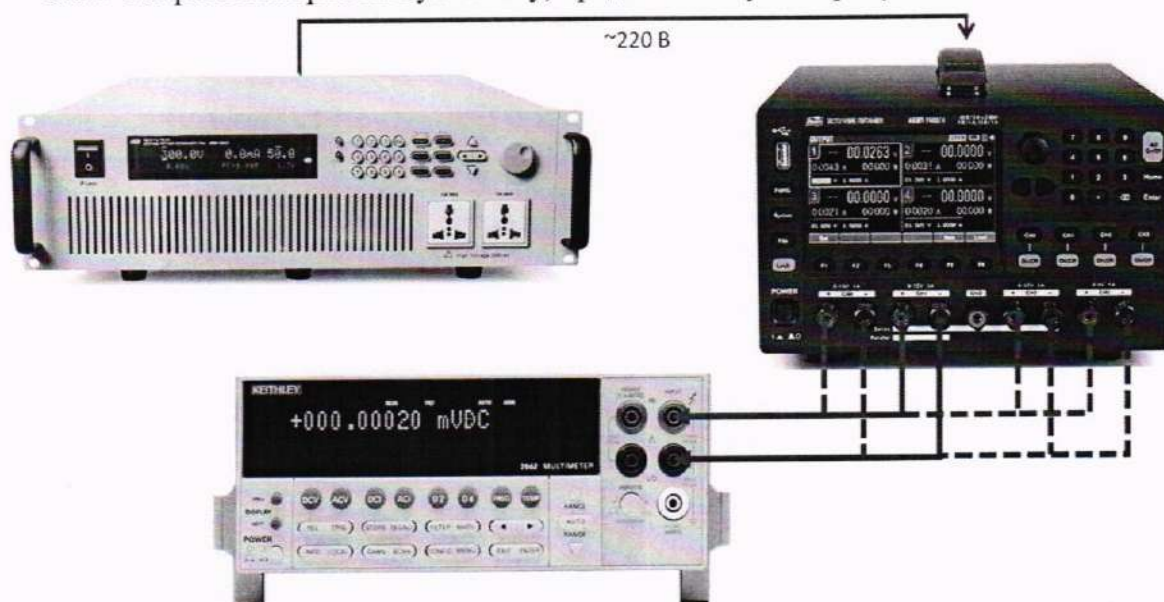


Рисунок 1 – Схема соединения приборов при определении пределов допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения и измерения напряжения постоянного тока¹⁾

9.1.2 На источнике АКИП-1202/3 установить значение выходного напряжения равным 220 В.

9.1.3 Перевести мультиметр цифровой 2002 в режим измерения напряжения постоянного тока.

9.1.4 Регулятор управления тока, поверяемого прибора установить в крайнее правое положение.

9.1.5 Регулятором выходного напряжения поверяемого прибора установить значение выходного напряжения, соответствующее 10 % от конечного значения диапазона измерений.

9.1.6 Зафиксировать значение выходного напряжения по показаниям поверяемого прибора ($U_{\text{вых}}$).

9.1.7 Произвести измерение выходного напряжения прибора, фиксируя показания мультиметра цифрового 2002.

9.1.8 Провести измерения по пп. 9.1.5 – 9.1.7, устанавливая на поверяемом приборе значения выходного напряжения, соответствующие 30 %, 50 %, 70 %, 90 % и 100 % от конечного значения диапазона измерений.

9.1.9 Определить абсолютную погрешность воспроизведения напряжения по формуле:

$$\Delta U_{\text{воспр}} = U_{\text{уст}} - U_{2002} \quad (1)$$

где $U_{\text{уст}}$ – значение напряжения постоянного тока, установленное на источнике, В;
 U_{2002} – значение напряжения, измеренное мультиметром цифровым 2002, В.

9.1.10 Определить абсолютную погрешность измерения напряжения по формуле:

$$\Delta U_{\text{изм}} = U_{\text{изм}} - U_{2002} \quad (2)$$

где $U_{\text{изм}}$ – значение напряжения постоянного тока, измеренное источником, В;
 U_{2002} – значение напряжения, измеренное мультиметром цифровым 2002, В.

Результаты поверки считать положительными, если во всех поверяемых точках значения погрешности, определенные по формулам (1) и (2), не превышают допустимых пределов, указанных в таблицах 5 и 6.

Таблица 5

Установленное значение напряжения $U_{\text{уст}}$, % от предела, В	Значение напряжения U_{2002} , В	Абсолютная погрешность воспроизведения напряжения, В	Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения, В
10 %			$\pm(0,0003 \cdot U_{\text{уст}}^{1}) + 0,01$
30 %			
50 %			
70 %			
90 %			
100 %			
Примечания, здесь и далее 1) $U_{\text{уст}}$ – значение напряжения постоянного тока, установленное на источнике			

Таблица 6

Таблица 6				
Установленное значение напряжения $U_{\text{уст}}$, % от предела, В	Значение напряжения U_{2002} , В	Напряжения на источнике $U_{\text{изм}}$, В	Абсолютная погрешность измерения напряжения, В	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения, В
10 %				$\pm(0,0003 \cdot U_{\text{изм}}^{1}) + 0,01$
30 %				
50 %				
70 %				
90 %				
100 %				
Примечания, здесь и далее				
¹⁾ $U_{\text{изм}}$ – значение напряжения постоянного тока, измеренное источником				

9.2 Определение нестабильности выходного напряжения при изменении тока нагрузки

Определение нестабильности выходного напряжения проводится методом прямого измерения напряжения на выходе поверяемого прибора с помощью мультиметра цифрового 2002 и электронной нагрузки АКИП-1390-80-80-500.

Измерения проводятся на канале 1 для АКИП-1502/1, на каналах 1 и 2 для АКИП-1502/2 и АКИП-1502/3 и каналах 1, 2, 3 и 4 для АКИП-1502/4.

9.2.1 Собрать измерительную схему, представленную на рисунке 2. Выбор электронной нагрузки осуществлять исходя из максимальных значений выходных параметров поверяемого источника.

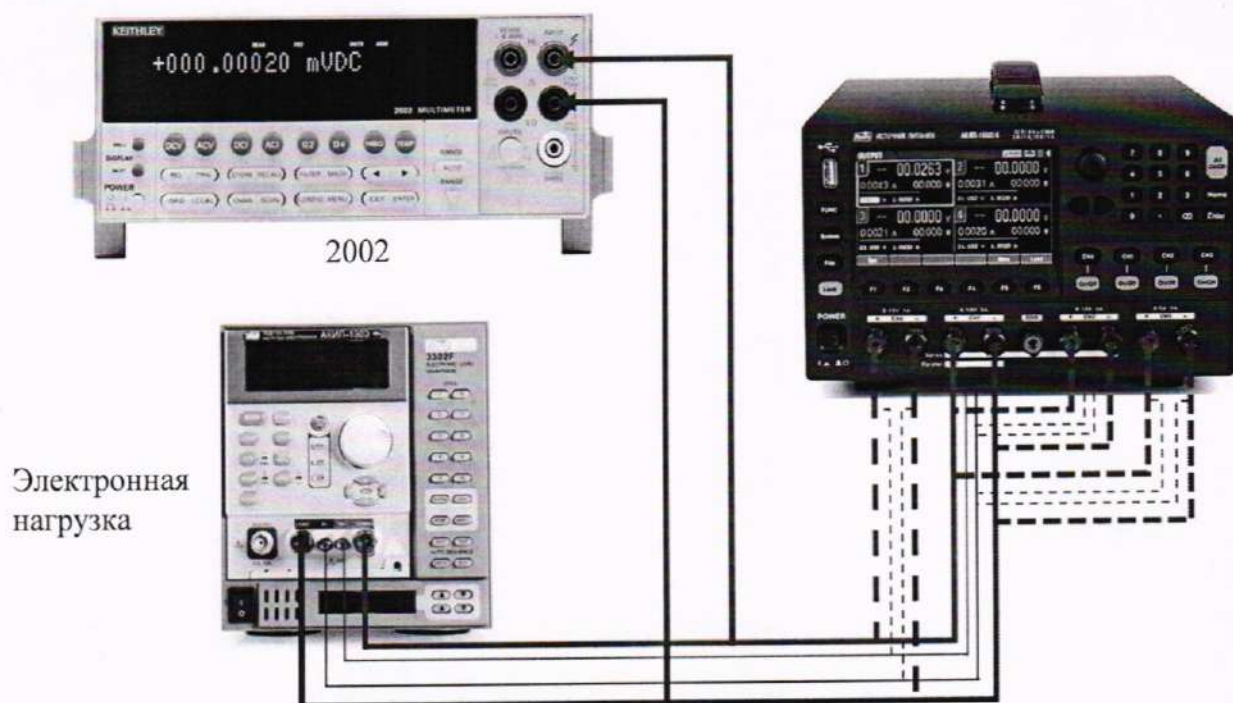


Рисунок 2 – Схема соединения приборов при определении нестабильности выходного напряжения

9.2.2 Подключить нагрузку к поверяемому прибору согласно рисунку 2. Токвые выводы подключать к ИП под затяжку клемм.

9.2.3 На источнике АКИП-1202/3 установить значение выходного напряжения равным 230 В.

9.2.4 Органами управления поверяемого прибора установить на выходе максимальное значение напряжения постоянного тока, значение силы тока равным максимальному значению для установленного значения напряжения.

9.2.5 На электронной нагрузке установить режим стабилизации силы тока «СС», значение силы тока установить равным 90 % от значения силы тока, установленного на поверяемом приборе, включить нагрузку.

9.2.6 По истечении 1 минуты зафиксировать значение выходного напряжения U_1 по показаниям мультиметра 2002.

9.2.7 Отключить нагрузку.

9.2.8 По истечении 1 минуты зафиксировать значение выходного напряжения U_2 , по показаниям мультиметра 2002.

9.2.9 Определить значение нестабильности по формуле:

$$\Delta U = U_1 - U_2 \quad (3)$$

где U_1 – значение напряжения на выходе поверяемого прибора при максимальном токе нагрузки, В;

где U_2 – значение напряжения на выходе поверяемого прибора при отсутствии нагрузки, В.

Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если значения нестабильности напряжения не превышают значений, указанных в таблице 7.

Таблица 7

Таблица 7			
Значение напряжения, установленное на источнике, В	Значение силы тока, установленное на источнике, А	Значение силы тока, установленное на нагрузке, А	Нестабильность напряжения, В
АКИП-1502/1 Канал 1			$\pm(0,00006 \cdot U_{уст} + 0,003)$
32,0	6,0	5,4	
АКИП-1502/2, АКИП-1502/3, АКИП-1502/4 Каналы 1 и 2			
32,0	3,0	2,7	
АКИП-1502/4 Канал 3			
5,0	1,0	0,9	
АКИП-1502/4 Канал 4			
15,0	1,0	0,9	

9.3 Определение нестабильности выходного напряжения при изменении напряжения питания

Определение нестабильности выходного напряжения проводится методом прямого измерения напряжения на выходе поверяемого прибора с помощью мультиметра 2002 и электронной нагрузки АКИП-1390-80-80-500.

9.3.1 Собрать измерительную схему, представленную на рисунке 2. Выбор электронной нагрузки осуществлять исходя из максимальных значений выходных параметров поверяемого источника.

9.3.2 На источнике АКИП-1202/3 установить значение выходного напряжения равным 220 В.

9.3.3 Органами управления поверяемого прибора установить на выходе максимальное значение напряжения, значение силы тока равным максимальному значению для установленного значения напряжения.

9.3.4 На электронной нагрузке установить режим стабилизации силы тока «СС», значение силы тока установить равным 90 % от значения силы тока, установленного на поверяемом приборе.

9.3.5 По истечении 1 минуты зафиксировать значение выходного напряжения U_0 по показаниям мультиметра 2002.

9.3.6 На источнике АКИП-1202/3 плавно увеличить значение выходного напряжения до 242 В.

9.3.7 По истечении 1 минуты зафиксировать значение выходного напряжения U_1 по показаниям мультиметра 2002.

9.3.8 На источнике АКИП-1202/3 плавно уменьшить значение выходного напряжения до 198 В.

9.3.9 По истечении 1 минуты зафиксировать значение выходного напряжения U_2 по показаниям мультиметра 2002.

9.3.10 На источнике АКИП-1202/3 установить значение выходного напряжения 220 В.

9.3.11 Определить значение нестабильности по формулам:

$$\Delta U = U_0 - U_1 \quad (4)$$

$$\Delta U = U_0 - U_2 \quad (5)$$

где U_0 – значение напряжения на выходе поверяемого прибора при номинальном напряжении питания 220 В, В;

U_1 – значение напряжения на выходе поверяемого прибора при повышенном напряжении питания 242 В, В;

U_2 – значение напряжения на выходе поверяемого прибора при пониженном напряжении питания 198 В, В.

Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если значения нестабильности напряжения не превышают значений, указанных в таблице 8.

Таблица 8

Таблица 8						
Значение напряжения на источнике, В	Выходное напряжения источника, В			Значение силы тока на источнике, А	Значение силы тока на нагрузке, А	Нестабильность напряжения, В
	220 В	242 В	198 В			
АКИП-1502/1 Канал 1						$\pm(0,00006 \cdot U_{уст} + 0,003)$
32,0				6,0	5,4	
АКИП-1502/2, АКИП-1502/3, АКИП-1502/4 Каналы 1 и 2						
32,0				3,0	2,7	
АКИП-1502/4 Канал 3						
5,0				1,0	0,9	
АКИП-1502/4 Канал 4						
15,0				1,0	0,9	

9.4 Определение абсолютной погрешности воспроизведения и измерения силы постоянного тока

Определение абсолютной погрешности воспроизведения и измерения силы постоянного тока проводится методом прямого измерения силы тока, воспроизводимой поверяемым прибором, эталонным СИ – токовым шунтом PCS-71000А. Значение напряжения рассчитывается исходя из выходной мощности каждого канала поверяемого источника:

АКИП-1502/1 канал 1 – 192 Вт;

АКИП-1502/2, АКИП-1502/3, АКИП-1502/4 каналы 1 и 2 по 96 Вт каждый;

АКИП-1502/4 канал 3 – 5 Вт, канал 4 – 15 Вт.

9.4.1 Собрать измерительную схему, представленную на рисунке 4. Выбор предела измерения на шунте осуществлять исходя из максимального значения силы тока на выходе источника. Предел измерения силы тока шунта должен быть больше установленного значения силы тока на источнике.

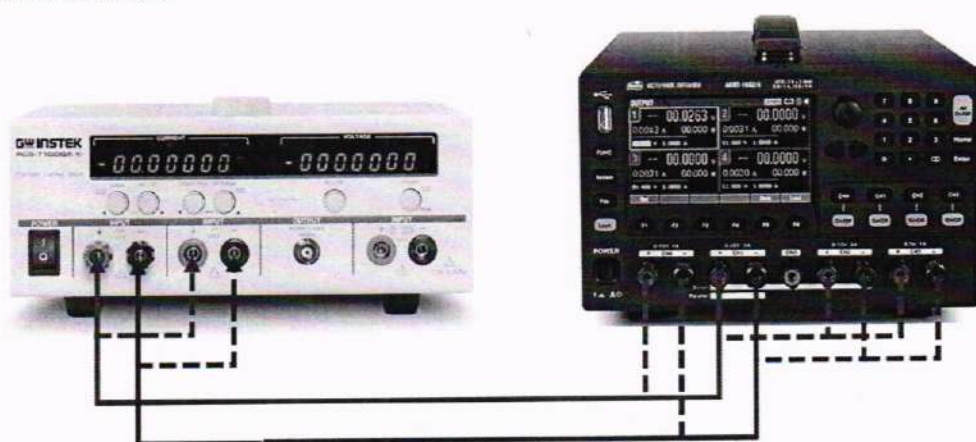


Рисунок 4 – Схема соединения приборов при определении пределов допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения и измерения силы постоянного тока

9.4.2 На источнике АКИП-1202/3 установить значение выходного напряжения равным 220 В.

9.4.3 Перевести шунт в режим измерения силы постоянного тока.

9.4.4 Органами управления поверяемого прибора установить на выходе значение напряжения, рассчитанное по формуле:

$$U_{\text{вых}} = P / I_{\text{пр}} \quad (6)$$

где P – максимальная выходная мощность источника (для поверяемого канала), Вт;
 $I_{\text{пр}}$ – конечное значение диапазона установки силы тока (для поверяемого канала), А.

9.4.5 Включить выход источника и регулятором выходного тока поверяемого прибора установить значение силы выходного тока, соответствующее 10 % от конечного значения диапазона измерений.

9.4.6 Зафиксировать значение силы выходного тока по показаниям поверяемого прибора ($I_{\text{вых}}$).

9.4.7 Произвести измерение силы выходного тока, фиксируя показания амперметра токового шунта PCS-71000А.

9.4.8 Провести измерения по пп. 9.4.5 – 9.4.7 устанавливая на поверяемом приборе значения силы выходного тока 30 %, 50 %, 70 %, 90 % и 100 % от конечного значения диапазона измерений.

9.4.9 Определить абсолютную погрешность воспроизведения силы тока по формуле:

$$\Delta I_{\text{воспр}} = I_{\text{уст}} - I_{\text{PCS}} \quad (7)$$

где $I_{\text{уст}}$ – значение силы постоянного тока, установленное на источнике, А;
 I_{PCS} – значение силы тока, измеренное токовым шунтом PCS-71000А, А.

9.4.10 Определить абсолютную погрешность измерения силы тока по формуле:

$$\Delta I_{\text{изм}} = I_{\text{изм}} - I_{\text{PCS}} \quad (8)$$

где $I_{\text{изм}}$ – значение силы постоянного тока, измеренное источником, А;
 I_{PCS} – значение силы тока, измеренное токовым шунтом PCS-71000А, А.

Результаты поверки считать положительными, если во всех поверяемых точках значения погрешности, определенные по формулам (7) и (8), не превышают допустимых пределов, указанных в таблицах 9 и 10.

Таблица 9

Установленное значение силы тока на источнике $I_{уст}$, А	Значение силы тока I_{PCS} , А	Абсолютная погрешность воспроизведения силы тока, А	Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы тока, А
1	2	3	4
АКИП-1502/1 Канал 1			$\pm(0,003 \cdot I_{уст}^2)+0,01$
0,6			
1,8			
3,0			
4,2 ¹⁾			
5,4 ¹⁾			
6,0 ¹⁾			
АКИП-1502/2, АКИП-1502/3, АКИП-1502/4 Каналы 1 и 2			
0,3			
0,9			
1,5			
2,1			
2,7			
3,0			

Продолжение таблицы 9

Продолжение таблицы 9			
1	2	3	4
АКИП-1502/4 Каналы 3 и 4			
0,1			
0,3			
0,5			
0,7			
0,9			
1,0			
Примечание:			
1) – в данной точке переключить измерительные кабели на клеммы шунта INPUT 30 А, выбрать предел измерения 30 А			
2) $I_{уст}$ – значение силы постоянного тока, установленное на источнике			

Таблица 10

Установленное значение силы тока на источнике $I_{уст}$, А	Значение силы тока I_{PCS} , А	Измеренное значение на источнике $I_{изм}$, А	Абсолютная погрешность измерения силы тока, А	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения силы тока, А
АКИП-1502/1 Канал 1				$\pm(0,003 \cdot I_{изм}^{2}) + 0,01)$
0,6				
1,8				
3,0				
4,2 ¹⁾				
5,4 ¹⁾				
6,0 ¹⁾				
АКИП-1502/2, АКИП-1502/3, АКИП-1502/4 Каналы 1 и 2				
0,3				
0,9				
1,5				
2,1				
2,7				
3,0				
АКИП-1502/4 Каналы 3 и 4				
0,1				
0,3				
0,5				
0,7				
0,9				
1,0				
Примечание:				
¹⁾ – в данной точке переключить измерительные кабели на клеммы шунта INPUT 30 А, выбрать предел измерения 30 А				
²⁾ $I_{изм}$ – значение силы постоянного тока, измеренное источником				

9.5 Определение нестабильности силы выходного тока при изменении напряжения на нагрузке

Определение нестабильности выходного тока при изменении напряжения на нагрузке проводится методом прямого измерения с помощью токового шунта PCS-71000А.

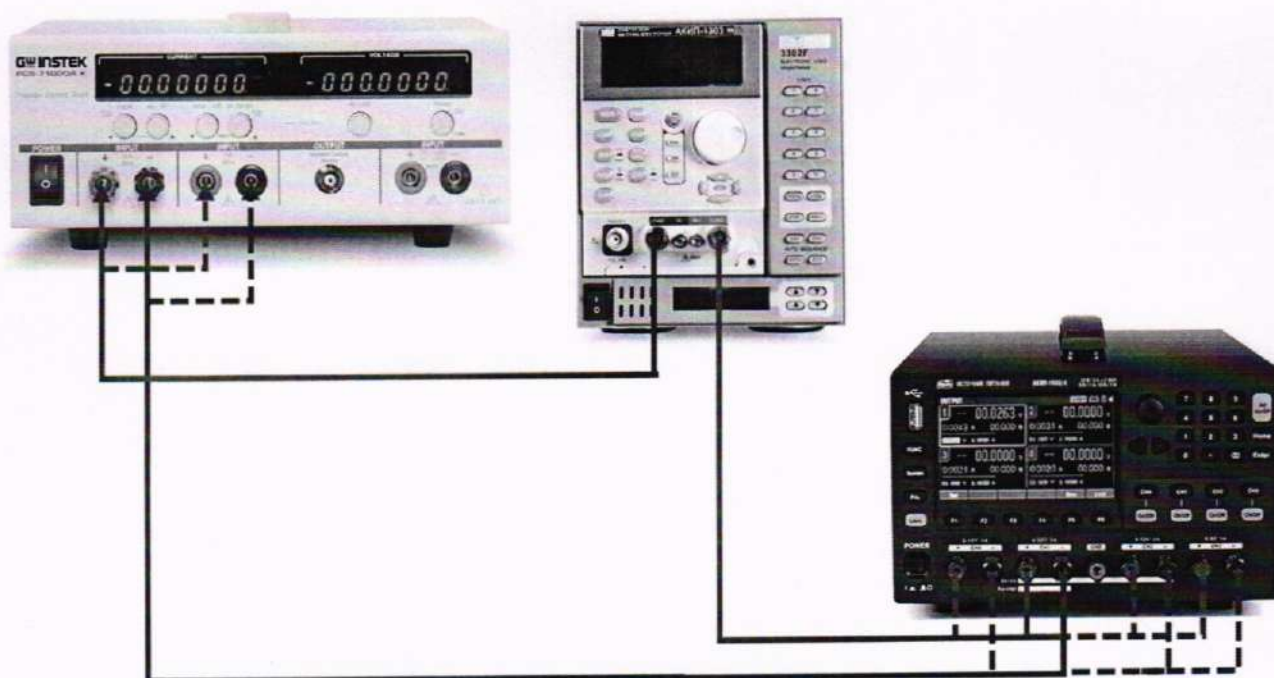


Рисунок 5 – Схема соединения приборов при определении нестабильности выходного тока при изменении напряжения на нагрузке (при изменении напряжения питания)

9.5.1 Собрать измерительную схему, представленную на рисунке 5. Выбор электронной нагрузки осуществлять исходя из максимальных значений выходных параметров поверяемого источника.

9.5.2 На источнике АКИП-1202/3 установить значение выходного напряжения равным 220 В.

9.5.3 Органами управления поверяемого прибора установить на выходе максимальное значение силы тока, значение напряжения равным максимальному значению для установленного значения силы тока.

9.5.4 На электронной нагрузке установить режим стабилизации напряжения «CV», значение напряжения установить равным 90 % от значения напряжения, установленного на выходе поверяемого прибора, включить нагрузку.

9.5.5 По истечении 1 минуты зафиксировать значение силы выходного тока I_1 по показаниям шунта PCS-71000A.

9.5.6 Установить на нагрузке напряжение, равное 10 % от установленного на выходе поверяемого прибора.

9.5.7 По истечении 1 минуты зафиксировать значение силы выходного тока I_2 по показаниям шунта PCS-71000A, отключить нагрузку.

9.5.8 Определить значение нестабильности по формуле:

$$\Delta I = I_1 - I_2 \quad (9)$$

где I_1 – значение силы тока на выходе поверяемого прибора при максимальном выходном напряжении, А;

I_2 – значение силы тока на выходе поверяемого прибора при минимальном выходном напряжении, А.

Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если значения нестабильности напряжения не превышают значений, указанных в таблице 11.

Таблица 11

Таблица 11			
Значение напряжения, установленное на источнике, В	Значение силы тока, установленное на источнике, А	Значение напряжения, установленное на нагрузке, В, $(0,9 \cdot U_{\text{макс}}/0,1 \cdot U_{\text{макс}}^{1)})$	Нестабильность силы тока, А
АКИП-1502/1 Канал 1			$\pm(0,0001 \cdot I_{\text{уст}}+0,003)$
32,0	6,0	28,8 / 3,2	
АКИП-1502/2, АКИП-1502/3, АКИП-1502/4 Каналы 1 и 2			
32,0	3,0	28,8 / 3,2	
АКИП-1502/4 Каналы 3			
5,0	1,0	4,5 / 0,5	
АКИП-1502/4 Каналы 4			
15,0	1,0	13,5 / 1,5	
$U_{\text{макс}}$ – максимальное значение напряжения постоянного тока на нагрузке, В			

9.6 Определение нестабильности силы выходного тока при изменении напряжения питания

Определение нестабильности выходного тока при изменении напряжения проводится методом прямого измерения с помощью токового шунта PCS-71000A.

9.6.1 Собрать измерительную схему, представленную на рисунке 5. Выбор электронной нагрузки осуществлять исходя из максимальных значений выходных параметров поверяемого источника.

9.6.2 На источнике АКИП-1202/3 установить значение выходного напряжения равным 220 В.

9.6.3 Органами управления поверяемого прибора установить на выходе максимальное значение силы тока, значение напряжения равным максимальному значению для установленного значения силы тока.

9.6.4 На электронной нагрузке установить режим стабилизации напряжения «CV», значение напряжения установить равным 90 % от значения напряжения, установленного на выходе поверяемого прибора, включить нагрузку.

9.6.5 По истечении 1 минуты зафиксировать значение силы выходного тока I_0 по показаниям шунта PCS-71000A.

9.6.6 На источнике АКИП-1202/3 плавно увеличить значение выходного напряжения до 242 В.

9.6.7 По истечении 1 минуты зафиксировать значение силы выходного тока I_1 по показаниям шунта PCS-71000A.

9.6.8 На источнике АКИП-1202/3 плавно уменьшить значение выходного напряжения до 198 В.

9.6.9 По истечении 1 минуты зафиксировать значение силы выходного тока I_2 по показаниям шунта PCS-71000A, выключить нагрузку.

9.6.10 На источнике АКИП-1202/3 установить значение выходного напряжения 230 В.

9.6.11 Определить значение нестабильности по формулам:

$$\Delta I = I_0 - I_1 \quad (10)$$

$$\Delta I = I_0 - I_2 \quad (11)$$

где I_0 – значение силы выходного тока при номинальном напряжении питания, В;

I_1 – значение силы выходного тока при повышенном напряжении питания, В;

I_2 – значение силы выходного тока при пониженном напряжении питания, В.

Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если значения нестабильности напряжения не превышают значений, указанных в таблице 12.

Таблица 12

Значение напряжения, установленное на источнике, В	Значение силы тока, установленное на источнике, А	Значение напряжения, установленное на нагрузке, В, (0,9·U _{макс})	Нестабильность силы тока, А
АКИП-1502/1 Канал 1			±(0,0001·I _{уст} +0,003)
32,0	6,0	28,8	
АКИП-1502/2, АКИП-1502/3, АКИП-1502/4 Каналы 1 и 2			
32,0	3,0	28,8	
АКИП-1502/4 Каналы 3			
5,0	1,0	4,5	
АКИП-1502/4 Каналы 4			
15,0	1,0	13,5	

9.7 Определение абсолютной погрешности установки и измерения напряжения постоянного тока при работе в режиме стабилизации напряжения (режим электронной нагрузки)

Определение абсолютной погрешности установки и измерения напряжения постоянного тока проводить при помощи источника питания постоянного тока АКИП-1141 (далее по тексту – источник питания) и мультиметра цифрового 2002 (далее по тексту – мультиметр) методом прямых измерений в нижеуказанной последовательности. Входная мощность каждого канала поверяемого источника в режиме электронной нагрузки:

АКИП-1502/1 канал 1 – 100 Вт;

АКИП-1502/2, АКИП-1502/3, АКИП-1502/4 каналы 1 и 2 по 50 Вт каждый.

9.7.1 Собрать 4-проводную измерительную схему в соответствии с рисунком 6.

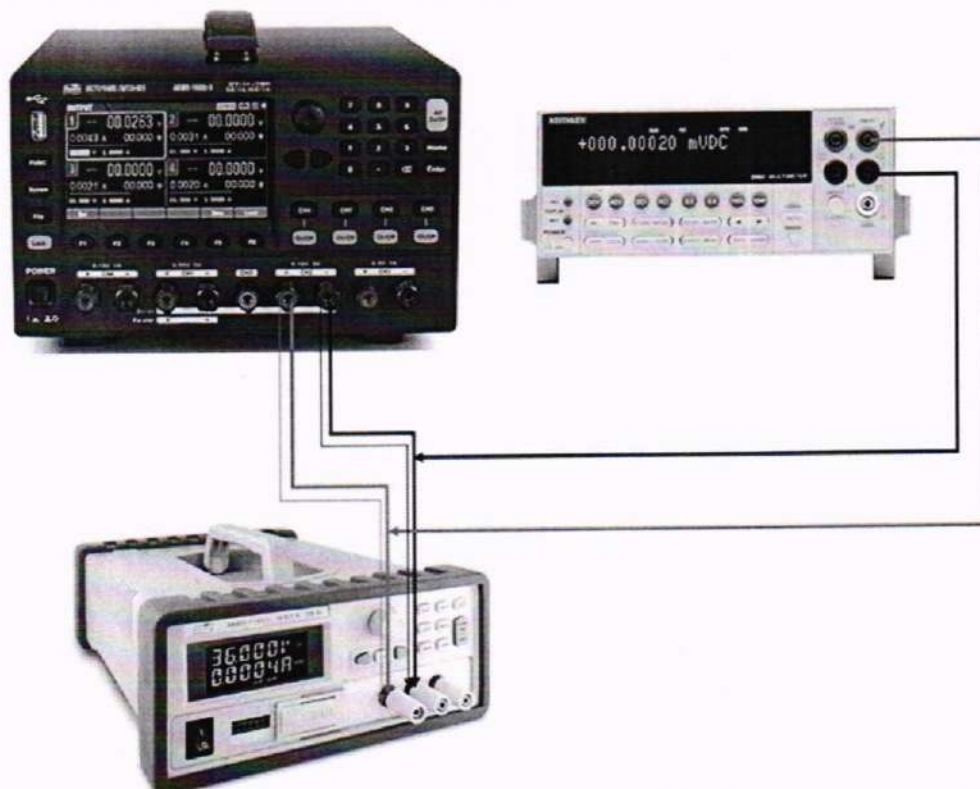


Рисунок 6 - Схема соединения приборов при определении абсолютной погрешности установки и измерения напряжения постоянного тока при работе в режиме стабилизации напряжения (в режиме электронной нагрузки)

9.7.2 На поверяемом СИ (АКИП-1502) выбрать режим стабилизации напряжения (CV).

9.7.3 На источнике питания постоянного тока АКИП-1141 установить значение напряжения, равное пределу АКИП-1502. Значение силы тока установить таким образом, чтобы

выходная мощность источника не превышала входную мощность и силу тока АКИП-1502 в режиме электронной нагрузки.

9.7.4 На АКИП-1502 установить значение напряжения равное 3,210 В. Включить выход источника питания постоянного тока АКИП-1141. Включить вход АКИП-1502.

9.7.5 Зафиксировать показания мультиметра.

9.7.6 Зафиксировать показания индикатора напряжения АКИП-1502. Выключить выход АКИП-1502. Выключить выход источника.

9.7.7 Рассчитать абсолютную погрешность установки напряжения на поверяемом АКИП-1502 по формуле 12 при работе в режиме стабилизации напряжения

$$\Delta = U_{\text{уст}} - U_{2002}, \text{ где} \quad (12)$$

$U_{\text{уст}}$ – установленное значение напряжения на АКИП-1502, В;

U_{2002} – значение напряжения, измеренное мультиметром цифровым 2002, В.

9.7.8 Рассчитать абсолютную погрешность измерения напряжения на поверяемом АКИП-1502 по формуле 13 при работе в режиме стабилизации напряжения

$$\Delta = U_{\text{изм}} - U_{2002}, \text{ где} \quad (13)$$

$U_{\text{изм}}$ – измеренное значение напряжения на АКИП-1502, В;

U_{2002} – значение напряжения, измеренное мультиметром цифровым 2002, В.

9.7.9 Повторить операции поверки по п. 9.7.4 - 9.7.8 устанавливая на АКИП-1502 – 9,610 В, 16,010 В, 22,410 В, 28,810 В, 31,990 В. Для модификаций АКИП-1502/2 , АКИП-1502/3, АКИП-1502/4 выполнить операции поверки на двух каналах.

Таблица 13

Установленное значение напряжения на нагрузке $U_{\text{уст}}$, В	Значение напряжения U_{2002} , В	Абсолютная погрешность установки напряжения, В	Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки напряжения, В
3,210			$\pm(0,001 \cdot U_{\text{уст}} + 0,03)$
9,610			
16,010			
22,410			
28,810			
31,990			
$U_{\text{уст}}$ – установленное на нагрузке значение напряжения выходного тока , В			

Таблица 14

Таблица 14				
Установленное значение напряжения на нагрузке $U_{\text{уст}}$, В	Значение напряжения U_{2002} , В	Измеренное значение напряжения $U_{\text{изм}}$, В	Абсолютная погрешность измерения напряжения, В	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения, В
3,210				$\pm(0,001 \cdot U_{\text{изм}} + 0,03)$
9,610				
16,010				
22,410				
28,810				
31,990				
$U_{\text{изм}}$ – измеренное нагрузкой значение напряжения выходного тока , В				

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если абсолютная погрешность установки (измерения) напряжения постоянного тока при работе в режиме

стабилизации напряжения (режим электронной нагрузки) находится в пределах, приведенных в таблице 13 и 14.

9.8 Определение абсолютной погрешности установки и измерения силы постоянного тока при работе в режиме стабилизации силы тока (режим электронной нагрузки)

Определение абсолютной погрешности установки и измерения силы постоянного тока проводить при помощи источника питания постоянного тока и шунта токового методом прямых измерений в следующей последовательности:

9.8.1 Собрать измерительную схему, представленную на рисунке 7. В зависимости от задаваемой нагрузкой силы тока, подключать измерительные кабели к соответствующим клеммам шунта, чтобы ток в цепи не превышал его предел по току.



Рисунок 7 - Схема соединения приборов при определении абсолютной погрешности установки и измерения силы постоянного тока при работе в режиме стабилизации тока (режим электронной нагрузки)

9.8.2 На поверяемом СИ (АКИП-1502) выбрать режим стабилизации силы тока (СС)

9.8.3 На источнике питания установить значение силы тока, равное пределу АКИП-1502. Значение напряжения установить таким образом, чтобы выходная мощность источника не превышала входную мощность и напряжение АКИП-1502.

9.8.4 На АКИП-1502/1 установить значение силы тока 0,601 А. Для модификаций АКИП-1502/2, АКИП-1502/3 АКИП-1502/4 – 0,301 А. Включить выход источника (АКИП-1141). Включить вход АКИП-1502.

9.8.5 Зафиксировать показания шунта.

9.8.6 Зафиксировать показания индикатора силы тока АКИП-1502. Выключить вход АКИП-1502. Выключить выход источника АКИП-1141.

9.8.7 Рассчитать абсолютную погрешность установки силы тока на поверяемом АКИП-1502 по формуле 14 при работе в режиме стабилизации силы постоянного тока.

$$\Delta = I_{уст} - I_{PCS}, \text{ где} \quad (14)$$

$I_{уст}$ – установленное значение силы тока на АКИП-1502, А;

I_{PCS} – значение силы тока, измеренное токовым шунтом PCS-71000А, А.

9.8.8 Рассчитать абсолютную погрешность измерения силы тока на поверяемом источнике по формуле 15 при работе в режиме стабилизации силы постоянного тока.

$$\Delta = I_{изм} - I_{PCS}, \text{ где} \quad (15)$$

$I_{изм}$ – измеренное значение силы тока на АКИП-1502, А;

I_{PCS} – значение силы тока, измеренное токовым шунтом PCS-71000А, А.

9.8.9 Повторить операции проверки по п. 9.8.4-9.8.8 для АКИП-1502/1 – 1,801 А, 3,001 А, 4,201 А, 5,999 А. Для модификаций АКИП-1502/2, АКИП-1502/3, АКИП-1502/4 – 0,901 А,

1,501 А, 2,101 А, 2,999 А. Для модификаций АКИП-1502/2, АКИП-1502/3, АКИП-1502/4 выполнить операции поверки на каналах 1 и 2.

Таблица 15

Установленное значение силы тока на источнике АКИП-1502 $I_{уст}$, % от предела, А	Значение силы тока I_{PCS} , А	Абсолютная погрешность установки силы тока, А	Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки силы тока, А
10% + 0,001А			$\pm(0,003 \cdot I_{уст} + 0,01)$
30% + 0,001А			
50% + 0,001А			
70% + 0,001А			
100% – 0,001А			
$I_{уст}$ – установленное на нагрузке значение силы выходного тока , А			

Таблица 16

Таблица 1б				
Установленное значение силы тока на источнике АКИП-1502 $I_{уст}$, % от предела, А	Значение силы тока I_{PCS} , А	Измеренное значение силы тока $I_{изм}$, А	Абсолютная погрешность измерения силы тока, А	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения силы тока, А
10% + 0,001А				$\pm(0,003 \cdot I_{изм} + 0,01)$
30% + 0,001А				
50% + 0,001А				
70% + 0,001А				
100% – 0,001А				
$I_{изм}$ – измеренное на нагрузке значение силы выходного тока , А				

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если абсолютная погрешность установки (измерения) силы постоянного тока при работе в режиме стабилизации силы тока (в режиме электронной нагрузки) находится в пределах, приведенных в таблицах 15 и 16.

10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

10.1 Результаты 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 Поверка для меньшего числа измеряемых величин допускается на основании письменного заявления владельца прибора или лица, представившего его на поверку, оформленного в произвольной форме. информация об объеме проведенной поверке передается в федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений и соответствующая запись должна быть сделана в свидетельстве о поверке прибора (если выдается).

10.4 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.

10.5 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»

Ю. А. Буренков

Инженер по метрологии

В. М. Меркушов

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Метрологические требования подтверждаемые в результате поверки

Таблица А.1 - Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
1	2
Режим источника питания	
АКИП-1502/1	
Диапазон воспроизведения/измерения напряжения постоянного тока, В: Канал 1	от 0 до 32
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока, В: Канал 1	$\pm(0,0003 \cdot U_{уст} + 0,01)$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока, В: Канал 1	$\pm(0,0003 \cdot U_{изм} + 0,01)$
Нестабильность выходного напряжения при изменении напряжения питания, В: Канал 1	$\pm(0,00006 \cdot U_{уст} + 0,003)$
Нестабильность выходного напряжения при изменении силы тока нагрузки, В: Канал 1	$\pm(0,00006 \cdot U_{уст} + 0,003)$
Диапазон воспроизведения/измерения силы постоянного тока, А: Канал 1	от 0 до 6
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока, А: Канал 1	$\pm(0,003 \cdot I_{уст} + 0,01)$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения силы постоянного тока, А: Канал 1	$\pm(0,003 \cdot I_{изм} + 0,01)$
Нестабильность силы тока при изменении напряжения питания, А: Канал 1	$\pm(0,0001 \cdot I_{уст} + 0,003)$
Нестабильность силы тока при изменении напряжения на нагрузке, А: Канал 1	$\pm(0,0001 \cdot I_{уст} + 0,003)$
АКИП-1502/2, АКИП-1502/3	
Диапазон воспроизведения/измерения напряжения постоянного тока, В: Канал 1, Канал 2	от 0 до 32
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока, В: Канал 1, Канал 2	$\pm(0,0003 \cdot U_{уст} + 0,01)$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока, В: Канал 1, Канал 2	$\pm(0,0003 \cdot U_{изм} + 0,01)$

Продолжение таблицы А.1

1	2
Нестабильность выходного напряжения при изменении напряжения питания, В: Канал 1, Канал 2	$\pm(0,00006 \cdot U_{уст} + 0,003)$
Нестабильность выходного напряжения при изменении силы тока нагрузки, В: Канал 1, Канал 2	$\pm(0,00006 \cdot U_{уст} + 0,003)$
Диапазон воспроизведения/измерения силы постоянного тока, А: Канал 1, Канал 2	от 0 до 3
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока, А: Канал 1, Канал 2	$\pm(0,003 \cdot I_{уст} + 0,01)$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения силы постоянного тока, А: Канал 1, Канал 2	$\pm(0,003 \cdot I_{изм} + 0,01)$
Нестабильность силы тока при изменении напряжения питания, А: Канал 1, Канал 2	$\pm(0,0001 \cdot I_{уст} + 0,003)$
Нестабильность силы тока при изменении напряжения на нагрузке, А: Канал 1, Канал 2	$\pm(0,0001 \cdot I_{уст} + 0,003)$
АКИП-1502/4	
Диапазон воспроизведения/измерения напряжения постоянного тока, В: Канал 1, Канал 2 Канал 3 Канал 4	от 0 до 32 от 0 до 5 от 0 до 15
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока, В: Канал 1, Канал 2, Канал 3, Канал 4	$\pm(0,0003 \cdot U_{уст} + 0,01)$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока, В: Канал 1, Канал 2, Канал 3, Канал 4	$\pm(0,0003 \cdot U_{изм} + 0,01)$
Нестабильность выходного напряжения при изменении напряжения питания, В: Канал 1, Канал 2, Канал 3, Канал 4	$\pm(0,00006 \cdot U_{уст} + 0,003)$
Нестабильность выходного напряжения при изменении силы тока нагрузки, В: Канал 1, Канал 2, Канал 3, Канал 4	$\pm(0,00006 \cdot U_{уст} + 0,003)$
Диапазон воспроизведения/измерения силы постоянного тока, А: Канал 1, Канал 2 Канал 3, Канал 4	от 0 до 3 от 0 до 1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока, А: Канал 1, Канал 2, Канал 3, Канал 4	$\pm(0,003 \cdot I_{уст} + 0,01)$

Продолжение таблицы А.1

1	2
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения силы постоянного тока, А: Канал 1, Канал 2, Канал 3, Канал 4	$\pm(0,003 \cdot I_{\text{изм}} + 0,01)$
Нестабильность силы тока при изменении напряжения питания, А: Канал 1, Канал 2, Канал 3, Канал 4	$\pm(0,0001 \cdot I_{\text{уст}} + 0,003)$
Нестабильность силы тока при изменении напряжения на нагрузке, А: Канал 1, Канал 2, Канал 3, Канал 4	$\pm(0,0001 \cdot I_{\text{уст}} + 0,003)$
Режим электронной нагрузки	
Для АКИП-1502/1 (Канал 1), для АКИП-1502/2, АКИП-1502/3, АКИП-1502/4 (Каналы 1 и 2)	
Диапазон установки/измерения напряжения постоянного тока в режиме стабилизации напряжения, В: Канал 1, Канал 2	от 1 до 32
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки напряжения постоянного тока в режиме стабилизации напряжения, В: Канал 1, Канал 2	$\pm(0,001 \cdot U_{\text{уст}} + 0,03)$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока в режиме стабилизации напряжения, В: Канал 1, Канал 2	$\pm(0,001 \cdot U_{\text{изм}} + 0,03)$
Диапазон установки/измерения силы постоянного тока в режиме стабилизации тока, А: Канал 1 (АКИП-1502/1) Канал 1, Канал 2 (АКИП-1502/2, АКИП-1502/3, АКИП-1502/4)	от 0 до 6 от 0 до 3
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки силы постоянного тока в режиме стабилизации тока, А: Канал 1, Канал 2	$\pm(0,003 \cdot I_{\text{уст}} + 0,01)$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения силы постоянного тока в режиме стабилизации тока, А: Канал 1, Канал 2	$\pm(0,003 \cdot I_{\text{изм}} + 0,01)$
Примечания: $U_{\text{уст}}$ – установленное значение напряжения постоянного тока на источнике/электронной нагрузке, В; $U_{\text{изм}}$ – значение напряжения постоянного тока, измеренное источником/электронной нагрузкой, В; $I_{\text{уст}}$ – установленное значение силы постоянного тока на источнике/электронной нагрузке, А; $I_{\text{изм}}$ – значение силы постоянного тока, измеренное источником/электронной нагрузкой, А.	