

СОГЛАСОВАНО

Заместитель главного метролога

АО «ПриСТ»



А. Е. Бреев

«08» августа 2026 г.

«ГСИ. Источники питания постоянного тока АКИП-1189.
Методика поверки»

МП-ПР-40-2026

г. Москва
2026 г.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки применяется для поверки источников питания постоянного тока АКИП-1189 (далее – источники) и устанавливает порядок проведения первичной и периодической поверок.

1.2 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается:

- передача единицы электрического напряжения в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 28.07.2023 № 1520, подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 13-2023;

- передача единицы силы постоянного электрического тока в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 01.10.2018 № 2091, подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 4-91;

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

1.4 В настоящей методике поверки используется метод прямых и косвенных измерений.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки проводят операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность проведения при поверке		Номер пункта методики поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средств измерений)	Да	Да	8.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средств измерений)	Да	Да	8.3
Проверка программного обеспечения	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10
Определение абсолютной погрешности установки и измерений напряжения постоянного тока	Да	Да	10.1
Определение нестабильности напряжения постоянного тока при изменении напряжения питания	Да	Да	10.2
Определение нестабильности напряжения постоянного тока при изменении силы тока нагрузки	Да	Да	10.3
Определение абсолютной погрешности установки и измерений силы постоянного тока	Да	Да	10.4
Определение нестабильности силы постоянного тока при изменении напряжения питания	Да	Да	10.5
Определение нестабильности силы постоянного тока при изменении напряжения на нагрузке	Да	Да	10.6
Установление критериев соответствия установленным метрологическим требованиям	да	да	10.7

3. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды, °C..... 25 ± 15
- относительная влажность, %..... от 30 до 80
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106
- напряжение питающей сети частотой 50 Гц, В..... от 198 до 253

4. ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К поверке источников допускаются лица, имеющие необходимую квалификацию, опыт поверки средств измерений, изучившие эксплуатационные документы на поверяемое средство измерений, основные средства измерений и настоящую методику поверки.

5. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки применяются средства поверки (основные и вспомогательные), перечисленные в таблице 2.

Таблица 2 – Основные 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
п.8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средств измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 5 °C до 45 °C с абсолютной погрешностью ± 1 °C; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 % с погрешностью ± 2 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106,7 кПа, с абсолютной погрешностью $\pm 0,5$ кПа; Средства измерений напряжения питающей сети в диапазоне от 50 до 480 В с погрешностью $\pm 0,2$ %	Термогигрометр Fluke мод. 1620A DewK, рег. № 58174-14; Измеритель давления Testo 511, рег. № 53431-13; Прибор измерительный универсальный параметров электрической сети DMG 800, рег. № 49072-12
п.10.1 Определение абсолютной погрешности установки и измерений напряжения постоянного тока	Эталоны единицы постоянного электрического напряжения и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда согласно ГПС для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утвержденной приказом Росстандарта от 28.07.2023 № 1520 в диапазоне значений до 1000 В	Мультиметр цифровой 2002, рег. № 25787-08 Источник питания АКИП-1202/4, рег. № 63132-16 Нагрузка электронная АКИП-1342, рег. № 57756-14 Нагрузка электронная АКИП-1343, рег. № 57756-14 Нагрузка электронная АКИП-1394-1600-60-5 Высоковольтный щуп до 40 кВ Fluke 80K-40 из состава Fluke 5320A, рег. № 62593-15 Шунт токовый PCS-71000, рег. № 61767-15
п. 10.2 Определение нестабильности напряжения постоянного тока при изменении напряжения питания		
п. 10.3 Определение нестабильности напряжения постоянного тока при изменении силы тока нагрузки		

Продолжение таблицы 2

1	2	3
п. 10.4 Определение абсолютной погрешности установки и измерений силы постоянного тока	Эталоны единицы силы постоянного электрического тока и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда согласно ГПС для средств измерений силы постоянного электрического тока, утвержденной приказом Росстандарта от 01.10.2018 № 2091 в диапазоне до 100 А.	Шунт токовый PCS-71000, рег. № 61767-15 Шунт измерительный 9230А-1000, рег. № 55119-13 Источник питания АКИП-1202/4, рег. № 63132-16
п. 10.5 Определение нестабильности силы постоянного тока при изменении напряжения питания		
п. 10.6 Определение нестабильности силы постоянного тока при изменении напряжения на нагрузке	Эталоны единицы электрического сопротивления постоянного тока и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда согласно ГПС для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3456 в диапазоне от 100 до 1000 А.	
Вспомогательное оборудование: Высоковольтный щуп до 40 кВ Fluke 80K-40; Нагрузка электронная АКИП-1342; Нагрузка электронная АКИП-1343; Нагрузка электронная АКИП-1394-1600-60-5.		
Примечание - Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

6. ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 Помещение для проведения поверки должно соответствовать правилам техники безопасности и производственной санитарии.

6.2 При проведении поверки источников необходимо соблюдать правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок и требования безопасности, определенные в эксплуатационных документах на оборудование, применяемое при поверке.

6.3 К работе на оборудовании допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности и имеющие удостоверение о проверке знаний. Специалист, осуществляющий поверку источников, должен иметь квалификационную группу по электробезопасности не ниже третьей.

7. ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие поверяемым СИ требованиям:

- соответствие внешнего вида средства измерений описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- комплектность источников в соответствии с описанием типа;
- отсутствие механических повреждений корпуса и соединительных элементов, нарушающих работу источника или затрудняющих поверку;
- все надписи на панелях должны быть четкими и ясными;
- место нанесения знака утверждения типа в соответствии с описанием типа;
- разъемы не должны иметь повреждений и должны быть чистыми.

Источники, не соответствующие перечисленным требованиям, дальнейшей поверке не подвергаются и бракуются.

8. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Контроль условий поверки

8.1.1 Перед проведением операций поверки выполнить контроль условий окружающей среды, напряжения и частоты питающей сети.

8.1.2 Контроль осуществлять измерением влияющих факторов, указанных в п. 3, с помощью источника контроля условий поверки (или иных средств измерений указанных параметров). Измерения влияющих факторов проводить в комнате, где проводятся операции поверки.

8.1.3 Результат измерений температуры, атмосферного давления, относительной влажности, напряжения и частоты питающей сети должны находиться в пределах, указанных в п. 3. В противном случае поверку не проводят до приведения условий поверки в соответствии с п. 3.

8.2 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы.

8.2.1 Провести технические и организационные мероприятия по обеспечению безопасности проводимых работ в соответствии с действующими положениями ГОСТ 12.3.019-80 (с Изменением № 1),

8.2.2 Проверить наличие действия срока поверки основных средств поверки.

8.2.3 Средства поверки и поверяемые источники должны быть подготовлены к работе согласно их эксплуатационным документам.

8.3 Опробование средства измерений

Включение и опробование источников производится в следующем порядке:

- включить питание при помощи соответствующей клавиши;
- проверить работоспособность дисплея, функциональных клавиш;
- проверить на соответствие руководству по эксплуатации режимы, отображаемые на ЖКИ, при переключении режимов работы и нажатии соответствующих клавиш.

Результат считается положительным, если корректно отображается информация на дисплее источника. В противном случае источник признается непригодным к применению и дальнейшей поверке не подлежит.

9. ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

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

Результат проверки считать положительным, если номер версии программного обеспечения соответствует данным, приведенным в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	отсутствует
Номер версии (идентификационный номер ПО), не ниже	1.01

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

Методикой поверки предусмотрена возможность проведения периодической поверки для меньшего числа измеряемых величин, по отношению к указанным в разделе «Метрологические и технические характеристики» Описания типа.

Таблица 4 - Диапазоны установки выходных параметров

Модификация	Диапазон установки и измерений напряжения постоянного тока, В	Диапазон установки и измерений силы постоянного тока, А	Максимальная выходная мощность, Вт
АКИП-1189-20-275-2500	от 0,001 до 20	от 0,01 до 275	2500
АКИП-1189-20-350-3500		от 0,01 до 350	3500
АКИП-1189-20-550-5		от 0,01 до 550	5000
АКИП-1189-20-1100-10		от 0,01 до 1000	10000
АКИП-1189-40-50-500	от 0,001 до 40	от 0,001 до 50	500
АКИП-1189-40-50-900		от 0,001 до 50	900
АКИП-1189-40-80-1600		от 0,001 до 80	1600
АКИП-1189-40-135-2500		от 0,001 до 135	2500
АКИП-1189-40-275-5		от 0,001 до 275	5000
АКИП-1189-80-25-500	от 0,001 до 80	от 0,001 до 25	500
АКИП-1189-80-25-900		от 0,001 до 25	900
АКИП-1189-80-42-1200		от 0,001 до 42	1200
АКИП-1189-80-42-1600		от 0,001 до 42	1600
АКИП-1189-1500-1-1000	от 0,01 до 1500	от 0,001 до 1	1000
АКИП-1189-1500-2-1600		от 0,001 до 2	1600
АКИП-1189-1500-4-3200		от 0,001 до 4	3200

Примечания здесь и далее:

1. Питание источников осуществляется от источника переменного тока АКИП-1202/4
2. Питание модификации АКИП-1189-20-1100-10 осуществляется от трехфазной сети (~380В)

10.1 Определение абсолютной погрешности установки и измерений напряжения постоянного тока

Определение абсолютной погрешности установки и измерений напряжения постоянного тока до 1000 В включительно проводится методом прямого измерения напряжения, установленного поверяемым источником, эталонным СИ – мультиметром цифровым 2002 (далее – мультиметром 2002). Операция поверки проводится по п.п. 10.1.1 – 10.1.9.

Определение абсолютной погрешности установки и измерений напряжения постоянного тока 1500 В проводится с помощью делителя напряжения Fluke 80K-40 (далее – делителя) и мультиметра 2002 методом косвенных измерений. Операция поверки проводится по п.п. 10.1.10 – 10.1.23.

10.1.1 Собрать измерительную схему, представленную на рисунке 1.



Рисунок 1 – Схема соединения приборов при определении абсолютной погрешности установки и измерений напряжения постоянного тока до 1000 В

10.1.2 Перевести мультиметр 2002 в режим измерения напряжения постоянного тока.

10.1.3 Органами управления поверяемого источника установить на выходе значение силы тока $I_{\text{вых}}$ рассчитанное по формуле

$$I_{\text{вых}} = P_{\text{макс}} / U_{\text{пр}}, \quad (1)$$

где $P_{\text{макс}}$ – максимальная выходная мощность источника, Вт;

$U_{\text{пр}}$ – предельное значение диапазона установки выходного напряжения, В.

10.1.4 Регулятором выходного напряжения поверяемого источника установить значение выходного напряжения, соответствующее (10 % – 15 %) плюс единица младшего разряда от конечного значения диапазона измерений.

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

10.1.6 Произвести измерение выходного напряжения источника, фиксируя показания мультиметра 2002.

10.1.7 Провести измерения по п.п. 10.1.5 – 10.1.7, устанавливая на поверяемом источнике значения выходного напряжения, соответствующие (25 % – 35 %) плюс единица младшего разряда, (40 % – 60 %) плюс единица младшего разряда, (70 % – 80 %) плюс единица младшего разряда и (90 % – 100 %) плюс единица младшего разряда от конечного значения диапазона измерений (см. табл. 4)

10.1.8 Определить абсолютную погрешность установки напряжения $\Delta U_{\text{уст}}$ по формуле (2):

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

где $U_{\text{уст}}$ – значение напряжения постоянного тока, установленное источником, В;

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

10.1.9 Определить абсолютную погрешность измерений напряжения $\Delta U_{\text{изм}}$ по формуле (3):

$$\Delta U_{\text{изм}} = U_{\text{изм}} - U_{2002} \quad (3)$$

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

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

10.1.10 Определение действительного значения коэффициента деления делителя проводить при помощи мультиметра 2002 и делителя в следующей последовательности:

10.1.11 Собрать измерительную схему, представленную на рисунке 1.

10.1.12 На поверяемом источнике установить значение силы тока, равное 10 % от максимального значения. Установить на источнике значение напряжения, равное 1000 В. Включить выход поверяемого источника.

10.1.13 Зафиксировать измеренное мультиметром значение выходного напряжения U_1 . Выключить выход поверяемого источника.

10.1.14 Собрать измерительную схему, представленную на рисунке 2.

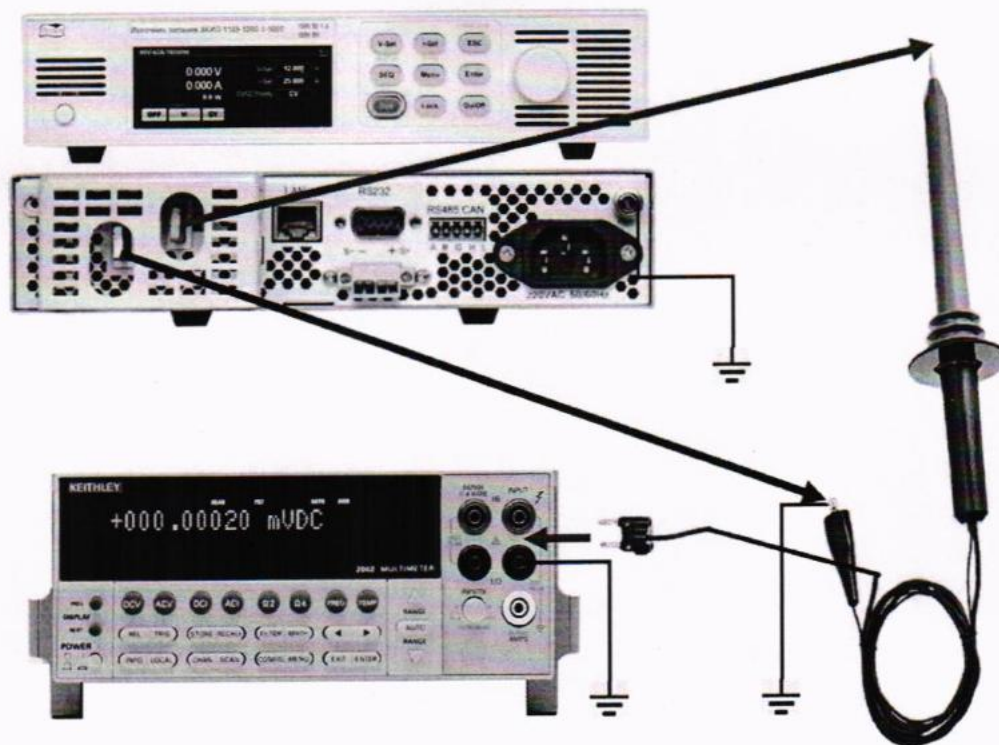


Рисунок 2 – Схема соединения приборов при определении абсолютной погрешности установки и измерений напряжения постоянного тока 1500 В

10.1.15 На поверяемом источнике установить значение силы тока, равное 10 % от максимального значения. Установить на источнике значение напряжения, равное 1000 В. Включить выход поверяемого источника.

10.1.16 Зафиксировать измеренное мультиметром значение выходного напряжения U_2 . Выключить выход поверяемого источника.

10.1.17 Рассчитать значение коэффициента K делителя по формуле (4):

$$K = U_1 / U_2 \quad (4)$$

где U_1 – измеренное значение напряжения U_1 , В;
 U_2 – измеренное значение напряжения U_2 , В.

10.1.18 На поверяемом источнике установить значения выходного тока и напряжения, соответствующее (10 % – 15 %) плюс 0,01 В. Включить выход поверяемого источника.

10.1.19 Зафиксировать измеренное мультиметром значение выходного напряжения и рассчитать действительное значение напряжения по формуле (5):

$$U_{\text{расч}} = K \cdot U_{2002} \quad (5)$$

где U_{2002} – значение напряжения постоянного тока, измеренное мультиметром 2002, В.
 $U_{\text{расч}}$ – рассчитанное значение напряжения, В.

10.1.20 Зафиксировать измеренное значение выходного напряжения поверяемым источником.

10.1.21 Провести измерения по п.п. 10.1.16 – 10.1.18, устанавливая на поверяемом источнике значения выходного напряжения, соответствующие (25 % – 35 %) плюс 0,01 В, (40 % – 60 %) плюс 0,01 В, (70 % – 80 %) плюс 0,01 В и (90 % – 100 %) плюс 0,01 В.

10.1.22 Определить абсолютную погрешность установки напряжения $\Delta U_{\text{уст}}$ по формуле (6):

$$\Delta U_{\text{уст}} = U_{\text{уст}} - U_{\text{расч}} \quad (6)$$

где $U_{уст}$ – значение напряжения постоянного тока, установленное источником, В;
 $U_{расч}$ – рассчитанное значение напряжения, В.

10.1.23 Определить абсолютную погрешность измерений напряжения $\Delta U_{изм}$ по формуле (7):

$$\Delta U_{изм} = U_{изм} - U_{расч} \quad (7)$$

где $U_{изм}$ – значение напряжения постоянного тока, измеренное источником, В;
 $U_{расч}$ – рассчитанное значение напряжения, В.

Результаты операции поверки считаются удовлетворительными, если во всех поверяемых точках значения погрешности установки и измерений напряжения постоянного тока, определенные по формулам (2), (3), (6) и (7) не превышают допускаемых пределов:

$$\pm(0,0003 \cdot U_{уст/изм} + 0,0002 \cdot U_{пред})$$

где $U_{уст/изм}$ – установленное/измеренное значение напряжения выходного тока на источнике, В;

$U_{пред}$ – предельное значение напряжения постоянного тока, установленное на источнике, В.

10.2 Определение нестабильности выходного напряжения постоянного тока при изменении напряжения питания

Определение нестабильности выходного напряжения для источников с выходным напряжением до 1000 В проводится методом прямого измерения напряжения на выходе поверяемого источника с помощью мультиметра 2002. Операция поверки проводится по п.п. 10.2.1 – 10.2.10, 10.2.14.

Определение нестабильности выходного напряжения для источников с выходным напряжением 1500 В проводится с помощью делителя и мультиметра 2002 и мультиметра 2002 методом косвенных измерений. Операция поверки проводится по п.п. 10.2.11 – 10.2.14.

10.2.1 Собрать измерительную схему, представленную на рисунке 3. Выбор электронной нагрузки осуществлять исходя из максимальных значений выходных параметров поверяемого источника. 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.

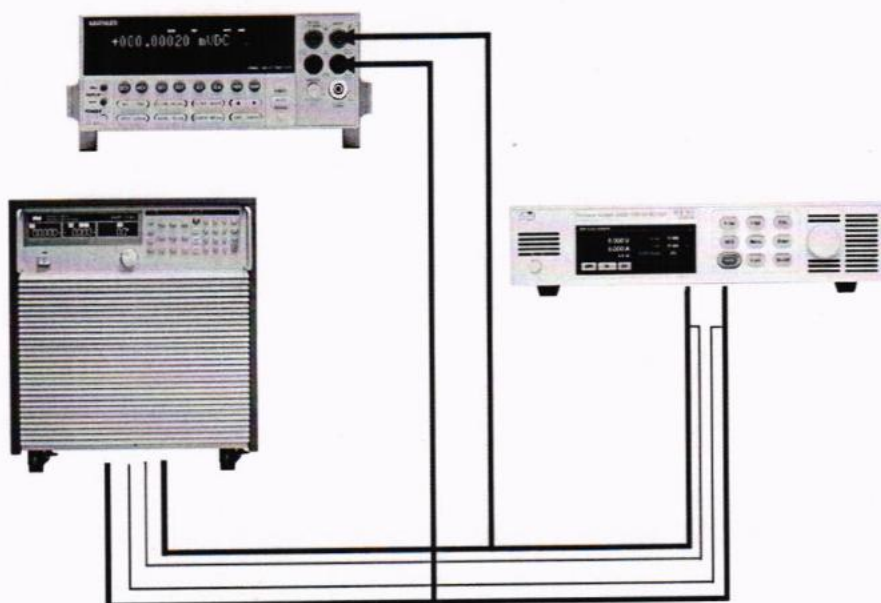


Рисунок 3 – Схема соединения приборов при определении нестабильности выходного напряжения для источников с выходным напряжением до 1000 В

10.2.2 На источнике АКИП-1202/4 установить значение выходного напряжения равным 230 В.

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

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

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

10.2.6 На источнике АКИП-1202/4 плавно увеличить значение выходного напряжения до 253 В.

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

10.2.8 На источнике АКИП-1202/4 плавно уменьшить значение выходного напряжения до 207 В.

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

10.2.10 На источнике АКИП-1202/4 установить значение выходного напряжения 230 В.

10.2.11 Собрать измерительную схему, представленную на рисунке 4. Выбор электронной нагрузки осуществлять исходя из максимальных значений выходных параметров поверяемого источника. 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.

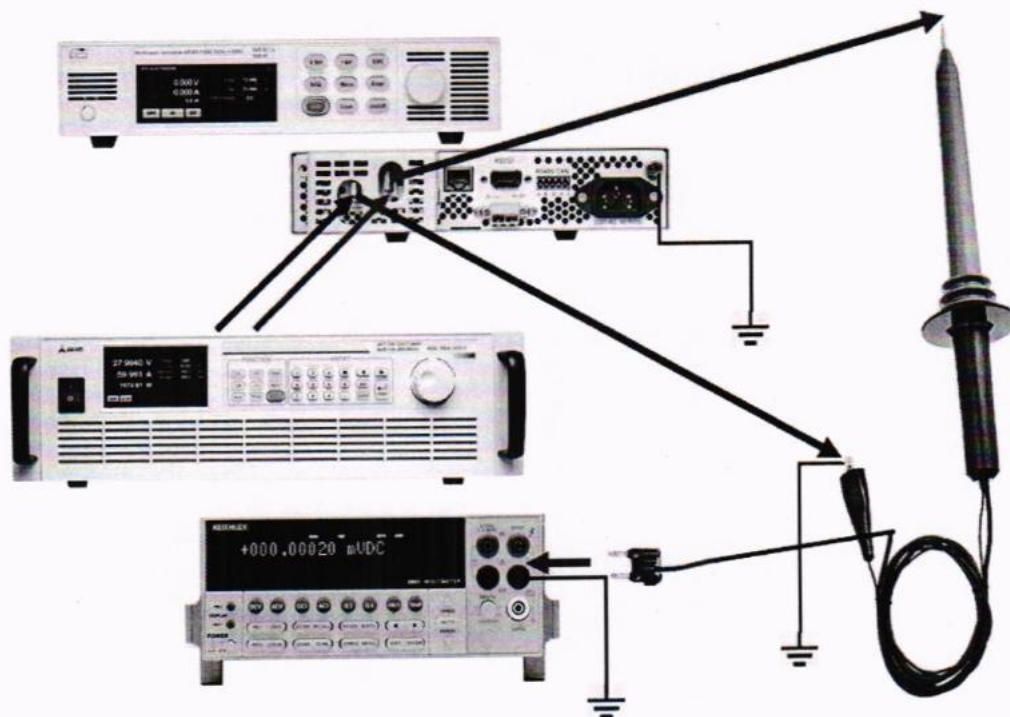


Рисунок 4 –Схема соединения приборов при определении нестабильности выходного напряжения для источников с выходным напряжением 1500 В

10.2.12 Органами управления поверяемого источника установить на выходе значение напряжения, равное 1500 В, значение силы тока равным максимальному значению для установленного значения напряжения.

10.2.13 Провести измерения по п.п. 10.2.2 – 10.2.10, домножая полученные значения на величину коэффициента K делителя, рассчитанного в п. 10.1.17.

10.2.14 Определить значение нестабильности напряжения ΔU по формулам (8) и (9):

$$\Delta U = U_0 - U_1, \quad (8)$$

$$\Delta U = U_0 - U_2, \quad (9)$$

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

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

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

Результаты операции поверки считаются удовлетворительными, если значения нестабильности напряжения при изменении напряжения питания не превышают:

$$\pm(0,0002 \cdot U_{\text{пред}})$$

где $U_{\text{пред}}$ – предельное значение напряжения постоянного тока, установленное на источнике, указанное в таблице 4, В

10.3 Определение нестабильности напряжения постоянного тока при изменении силы тока в нагрузке

Определение нестабильности выходного напряжения для источников с выходным напряжением до 1000 В проводится методом прямого измерения напряжения на выходе поверяемого источника с помощью мультиметра 2002. Операция поверки проводится по п.п. 10.3.1 – 10.3.7, 10.3.10.

Определение нестабильности выходного напряжения для источников с выходным напряжением 1500 В проводится с помощью делителя и мультиметра 2002 и мультиметра 2002 методом косвенных измерений. Операция поверки проводится по п.п. 10.3.8 – 10.3.10.

10.3.1 Собрать измерительную схему, представленную на рисунке 3. Выбор электронной нагрузки осуществлять исходя из максимальных значений выходных параметров поверяемого источника.

10.3.2 Подключить нагрузку к поверяемому источнику по четырехпроводной схеме, согласно руководству по эксплуатации источника.

10.3.3 Органами управления поверяемого источника установить на выходе значение силы постоянного тока, рассчитанное по формуле (1), значение напряжения постоянного тока равным максимальному значению для установленного значения силы постоянного тока.

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

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

10.3.6 Отключить нагрузку.

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

10.3.8 Собрать измерительную схему, представленную на рисунке 4. Выбор электронной нагрузки осуществлять исходя из максимальных значений выходных параметров поверяемого источника. 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.

10.3.9 Провести измерения по п.п. 10.3.2 – 10.3.7, домножая полученные значения на величину коэффициента K делителя, рассчитанного в п. 10.1.17.

10.3.10 Определить значение нестабильности напряжения ΔU по формуле (10):

$$\Delta U = U_1 - U_2, \quad (10)$$

где U_1 – значение напряжения на выходе поверяемого источника при максимальном нагрузке, В;

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

Результаты операции поверки считаются удовлетворительными, если значения нестабильности напряжения при изменении силы тока в нагрузке не превышают:

$$\pm(0,0003 \cdot U_{\text{пред}})$$

где $U_{\text{пред}}$ – предельное значение напряжения постоянного тока, установленное на источнике, указанное в таблице 4, В

10.4 Определение абсолютной погрешности установки и измерений силы постоянного тока

Определение абсолютной погрешности установки и измерений силы постоянного тока проводится методом прямого измерения силы тока, установленной поверяемым источником, эталонным СИ – токовым шунтом PCS-71000, для источников, выходной ток которых превышает 300 А, – методом косвенного измерения, путем измерения падения напряжения на измерительном сопротивлении эталонной мерой – мультиметра 2002.

В качестве измерительного сопротивления использовать шунт токовый 9230А-1000.

Примечание: пункты операции поверки, указанные в скобках, применяются для источников, выходная сила тока которых превышает 300 А.

10.4.1 Собрать измерительную схему, представленную на рисунке 5. 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.

(10.4.1) Разъемы поверяемого источника соединить при помощи измерительных проводов с соответствующими разъемами измерительного сопротивления (шунта) согласно рисунку 6.

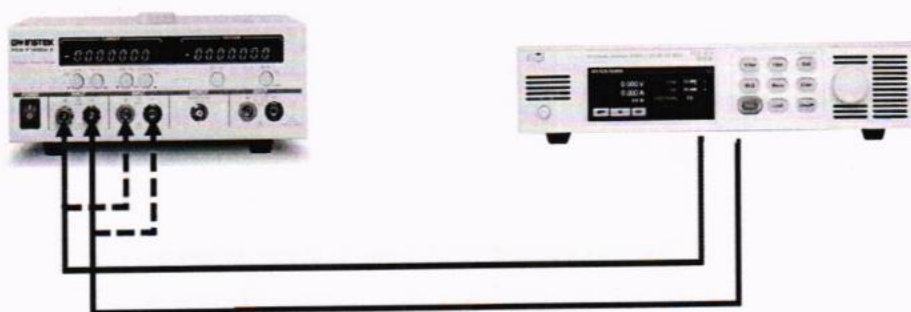


Рисунок 5 – Схема соединения приборов при определении абсолютной погрешности установки и измерений силы постоянного тока

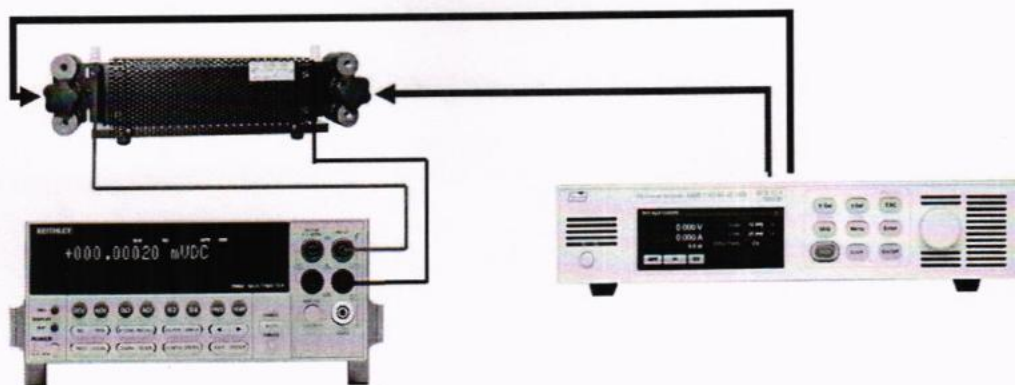


Рисунок 6 – Схема соединения приборов при определении абсолютной погрешности установки и измерений силы постоянного тока (свыше 300 А)

10.4.2 Перевести шунт в режим измерения силы постоянного тока.

(10.4.2) К потенциальным зажимам шунта подключить мультиметр 2002 и перевести его в режим измерения напряжения постоянного тока.

10.4.3 Органами управления поверяемого источника установить на выходе значение напряжения $U_{\text{вых}}$, В, рассчитанное по формуле (11):

$$U_{\text{вых}} = P_{\text{макс}} / I_{\text{пр}}, \quad (11)$$

где $P_{\text{макс}}$ – максимальная выходная мощность источника, Вт;
 $I_{\text{пр}}$ – конечное значение диапазона установки силы тока, А.

10.4.4 Регулятором выходного тока поверяемого источника установить значение силы выходного тока, соответствующее 10 % – 15 % плюс единица младшего разряда от конечного значения диапазона измерений.

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

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

(10.4.6) Произвести измерение падения напряжения на нагрузке, фиксируя показания мультиметра 2002.

10.4.7 Провести измерения по п.п. 10.4.5 – 10.4.6, устанавливая на поверяемом источнике значения силы выходного тока, соответствующие (25 % – 35 %) плюс единица младшего разряда, (40 % – 60 %) плюс единица младшего разряда, (70 % – 80 %) плюс единица младшего разряда и (90 % – 100 %) плюс единица младшего разряда от конечного значения диапазона измерений (но не превышающего 1000 А).

10.4.8 Определить абсолютную погрешность установки силы тока $\Delta I_{\text{уст}}$ по формуле (12):

$$\Delta I_{\text{уст}} = I_{\text{уст}} - I_{\text{PCS}} \quad (12)$$

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

10.4.9 Определить абсолютную погрешность измерений силы тока $\Delta I_{\text{изм}}$ по формуле (13):

$$\Delta I_{\text{изм}} = I_{\text{изм}} - I_{\text{PCS}} \quad (13)$$

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

(10.4.6, 10.4.9) Определить абсолютную погрешность установки силы тока $\Delta I_{уст}$ по формуле (14)

$$\Delta I_{уст} = I_x - U_0 / R, \quad (14)$$

где I_x – значение силы тока, установленное на выходе поверяемого источника, измеренное по встроенному индикатору, А;

U_0 – значение напряжения на нагрузке, измеренное мультиметром 2002, В;

R – номинальное сопротивление шунта, Ом

Результаты операции поверки считаются удовлетворительными, если во всех поверяемых точках значения погрешности, определенные по формулам (10), (11), (12) не превышают:

$$\pm(0,001 \cdot I_{уст/изм} + 0,001 \cdot I_{пред})$$

где $I_{уст/изм}$ – установленное/измеренное значение выходного тока на источнике, А;

$I_{пред}$ – предельное значение силы постоянного тока, устанавливаемое на источнике, указанное в таблице 4, А.

10.5 Определение нестабильности силы постоянного тока при изменении напряжения питания

Определение нестабильности выходного тока при изменении напряжения на нагрузке проводится методом прямого измерения с помощью токового шунта PCS-71000, при выходном токе свыше 300 А поверка производится путем измерения показаний выходного тока на измерительном сопротивлении мультиметром 2002 при значении выходного тока $I_{макс}$ и напряжениях питания 207 В и 253 В.

10.5.1 Собрать измерительную схему, представленную на рисунках 7 или 8. Выбор электронной нагрузки осуществлять исходя из максимальных значений выходных параметров поверяемого источника. 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.

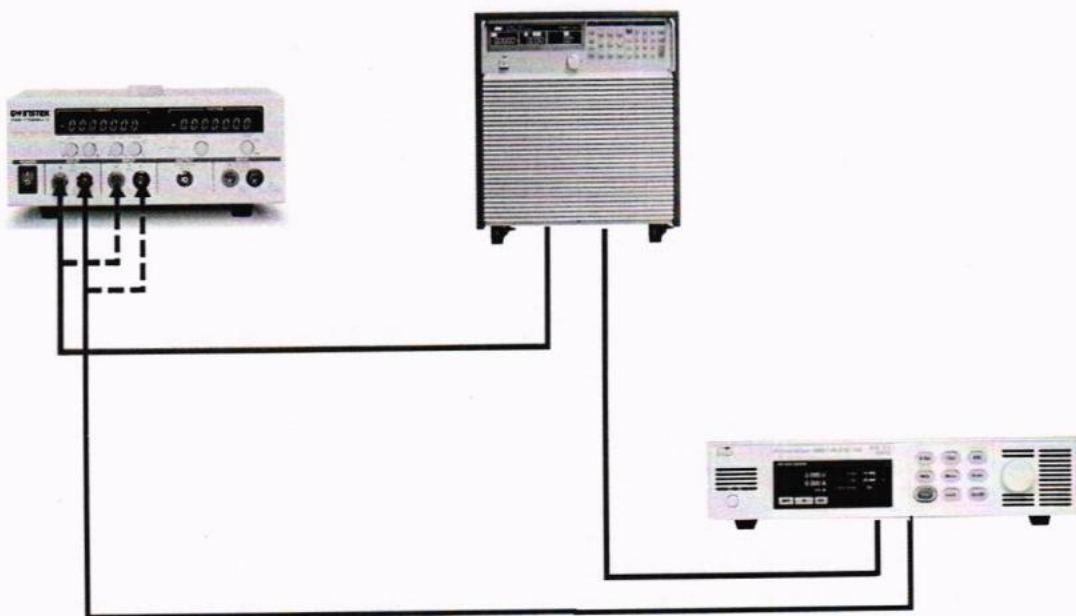


Рисунок 7 – Схема соединения приборов при определении нестабильности выходного тока (ток до 300 А)

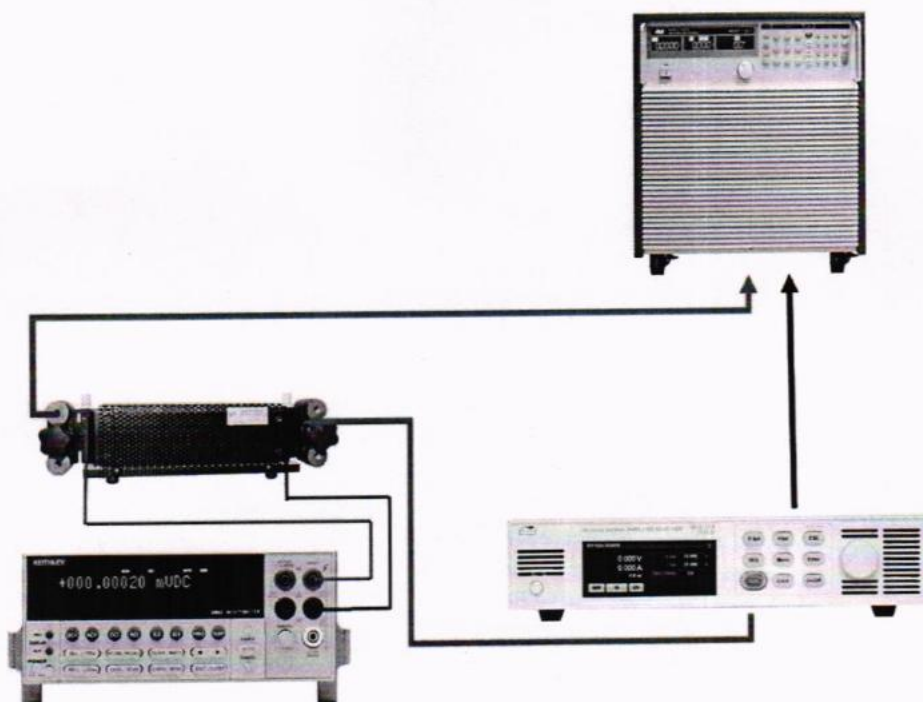


Рисунок 8 – Схема соединения приборов при определении нестабильности выходного тока (ток свыше 300 А)

10.5.2 На источнике АКИП-1202/4 установить значение выходного напряжения равным 230 В.

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

10.5.4 На электронной нагрузке установить режим стабилизации напряжения «CV», значение напряжения установить равным 90 % от значения напряжения, установленного на выходе поверяемого источника.

10.5.5 По истечении 1 минуты зафиксировать значение силы выходного тока I_0 по показаниям шунта (пересчетом падения напряжения на шунте в силу тока).

10.5.6 На источнике АКИП-1202/4 плавно увеличить значение выходного напряжения до 253 В.

10.5.7 По истечении 1 минуты зафиксировать значение силы выходного тока I_1 по показаниям шунта (пересчетом падения напряжения на шунте в силу тока).

10.5.8 На источнике АКИП-1202/4 плавно уменьшить значение выходного напряжения до 207 В.

10.5.9 По истечении 1 минуты зафиксировать значение силы выходного тока I_2 по показаниям шунта (пересчетом падения напряжения на шунте в силу тока).

10.5.10 На источнике АКИП-1202/4 установить значение выходного напряжения 230 В.

10.5.11 Определить значение нестабильности силы тока ΔI по формулам (15), (16):

$$\Delta I = I_0 - I_1, \quad (15)$$

$$\Delta I = I_0 - I_2, \quad (16)$$

где I_0 – значение силы выходного тока при номинальном напряжении питания, А;
 I_1 – значение силы выходного тока при повышенном напряжении питания, А;
 I_2 – значение силы выходного тока при пониженном напряжении питания, А.

Таблица 5 – Допускаемые значения нестабильности выходного тока при изменении напряжения питания источников

Модификация	Нестабильность силы тока при изменении напряжения питания, А
АКИП-1189-40-50-500 АКИП-1189-40-50-900 АКИП-1189-40-80-1600	$\pm(0,0005 \cdot I_{\text{пред}})$
АКИП-1189-80-25-500 АКИП-1189-80-25-900 АКИП-1189-80-42-1200 АКИП-1189-80-42-1600	$\pm(0,0005 \cdot I_{\text{пред}})$
АКИП-1189-1500-1-1000 АКИП-1189-1500-2-1600	$\pm(0,0001 \cdot I_{\text{пред}} + 0,002)$
Примечания $I_{\text{пред}}$ – предельное значение силы постоянного тока, устанавливаемое на источнике, указанное в таблице 4, А;	

Результаты операции поверки считаются удовлетворительными, если значения нестабильности напряжения не превышают значений, указанных в таблице 5.

10.6 Определение нестабильности силы постоянного тока при изменении напряжения на нагрузке

Определение нестабильности выходного тока при изменении напряжения на нагрузке проводится методом прямого измерения с помощью токового шунта PCS-71000, при выходном токе свыше 300 А, поверка производится путем измерения показаний выходного тока на измерительном сопротивлении мультиметром 2002 при значении выходного тока $I_{\text{макс}}$ и напряжениях на нагрузке $0,9 \cdot U_{\text{макс}}$ и $0,1 \cdot U_{\text{макс}}$.

Примечание: пункты поверки, указанные в скобках, для источников, выходная сила тока которых превышает 300 А.

10.6.1 Собрать измерительную схему, представленную на рисунках 7 или 8. Выбор электронной нагрузки осуществлять исходя из максимальных значений выходных параметров поверяемого источника. 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.

10.6.2 Органами управления поверяемого источника установить на выходе значение напряжения постоянного тока, рассчитанное по формуле (9), значение силы постоянного тока равным максимальному значению для установленного значения напряжения постоянного тока.

10.6.3 На электронной нагрузке установить режим стабилизации напряжения «CV», значение напряжения установить равным 90 % от значения напряжения, установленного на выходе поверяемого источника.

10.6.4 По истечении 1 минуты зафиксировать значение силы выходного тока I_1 по показаниям шунта (пересчетом падения напряжения на шунте в силу тока).

10.6.5 Установить на нагрузке напряжение, равное 10 % от установленного на выходе поверяемого источника.

10.6.6 По истечении 1 минуты зафиксировать значение силы выходного тока I_2 по показаниям шунта (пересчетом падения напряжения на шунте в силу тока).

(10.6.6) Измерение нестабильности выходного тока производить через 1 мин после установки выходного напряжения близкого к $U_{\text{макс}}$ и $0,1 \cdot U_{\text{макс}}$ по изменению показаний мультиметра 2002 (пересчетом падения напряжения на шунте в силу тока) относительно показаний при напряжении $U_{\text{макс}}$

10.6.7 Определить значение нестабильности силы тока ΔI по формуле (17):

$$\Delta I = I_1 - I_2, \quad (17)$$

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

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

Таблица 6 – Допускаемые значения нестабильности выходного тока при изменении напряжения на нагрузке источников

Модификация	Нестабильность силы тока при изменении напряжения на нагрузке, А
АКИП-1189-20-275-2500 АКИП-1189-20-350-3500 АКИП-1189-20-550-5 АКИП-1189-20-1100-10	$\pm(0,0005 \cdot I_{\text{пред}})$
АКИП-1189-40-50-500 АКИП-1189-40-50-900 АКИП-1189-40-80-1600 АКИП-1189-40-135-2500 АКИП-1189-40-275-5000	$\pm(0,0005 \cdot I_{\text{пред}})$
АКИП-1189-80-25-500 АКИП-1189-80-25-900 АКИП-1189-80-42-1200 АКИП-1189-80-42-1600	$\pm(0,0005 \cdot I_{\text{пред}})$
АКИП-1189-1500-1-1000 АКИП-1189-1500-2-1600 АКИП-1189-1500-4-3200	$\pm(0,0005 \cdot I_{\text{пред}} + 0,005)$
Примечания $I_{\text{пред}}$ – предельное значение силы постоянного тока, устанавливаемое на источнике, указанное в таблице 4, А;	

Результаты операции поверки считаются удовлетворительными, если значения нестабильности напряжения не превышают значений, указанных в таблице 6.

10.7 Установление критериев соответствия установленным метрологическим требованиям

10.7.1 Источники соответствуют метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, и результаты его поверки считают положительными, если выполняются условия, приведенные в п.п. 10.1 – 10.6.

10.7.2 В случае невыполнения условий по п. 10.7.1 результаты поверки источника считают отрицательными.

11. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

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

11.2 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.

11.3 Поверка для меньшего числа измеряемых величин допускается на основании письменного заявления владельца источника 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 источника (если выдается).

11.4 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.

11.5 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»

М. В. Образцов

Инженер по метрологии АО «ПриСТ»

В. М. Меркушов

Метрологические требования подтверждаемые в результате поверки

Таблица А.1 - Диапазоны установки выходных параметров

Модификация	Диапазон установки и измерений напряжения постоянного тока, В	Диапазон установки и измерений силы постоянного тока, А	Максимальная выходная мощность, Вт
АКИП-1189-20-275-2500	от 0,001 до 20	от 0,01 до 275	2500
АКИП-1189-20-350-3500		от 0,01 до 350	3500
АКИП-1189-20-550-5		от 0,01 до 550	5000
АКИП-1189-20-1100-10		от 0,01 до 1000	10000
АКИП-1189-40-50-500	от 0,001 до 40	от 0,001 до 50	500
АКИП-1189-40-50-900		от 0,001 до 50	900
АКИП-1189-40-80-1600		от 0,001 до 80	1600
АКИП-1189-40-135-2500		от 0,001 до 135	2500
АКИП-1189-40-275-5		от 0,001 до 275	5000
АКИП-1189-80-25-500	от 0,001 до 80	от 0,001 до 25	500
АКИП-1189-80-25-900		от 0,001 до 25	900
АКИП-1189-80-42-1200		от 0,001 до 42	1200
АКИП-1189-80-42-1600		от 0,001 до 42	1600
АКИП-1189-1500-1-1000	от 0,01 до 1500	от 0,001 до 1	1000
АКИП-1189-1500-2-1600		от 0,001 до 2	1600
АКИП-1189-1500-4-3200		от 0,001 до 4	3200

Таблица А.2 - Метрологические характеристики в режиме установки и измерений напряжения постоянного тока

Модификация	Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки напряжения постоянного тока, В	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока, В
АКИП-1189-20-275-2500 АКИП-1189-20-350-3500 АКИП-1189-20-550-5 АКИП-1189-20-1100-10	$\pm(0,0003 \cdot U_{уст} + 0,0002 \cdot U_{пред})$	$\pm(0,0003 \cdot U_{изм} + 0,0002 \cdot U_{пред})$
АКИП-1189-40-50-500 АКИП-1189-40-50-900 АКИП-1189-40-80-1600 АКИП-1189-40-135-2500 АКИП-1189-40-275-5000	$\pm(0,0003 \cdot U_{уст} + 0,0002 \cdot U_{пред})$	$\pm(0,0003 \cdot U_{изм} + 0,0002 \cdot U_{пред})$
АКИП-1189-80-25-500 АКИП-1189-80-25-900 АКИП-1189-80-42-1200 АКИП-1189-80-42-1600	$\pm(0,0003 \cdot U_{уст} + 0,0002 \cdot U_{пред})$	$\pm(0,0003 \cdot U_{изм} + 0,0002 \cdot U_{пред})$
АКИП-1189-1500-1-1000 АКИП-1189-1500-2-1600 АКИП-1189-1500-4-3200	$\pm(0,0003 \cdot U_{уст} + 0,0002 \cdot U_{пред})$	$\pm(0,0003 \cdot U_{изм} + 0,0002 \cdot U_{пред})$
Примечания $U_{уст}$ – установленное значение напряжения выходного тока на источнике, В; $U_{пред}$ – предельное значение напряжения постоянного тока, устанавливаемое на источнике, указанное в таблице 1, В; $U_{изм}$ – значение напряжения постоянного тока, измеренное источником, В.		

Таблица А.3 - Метрологические характеристики в режиме нестабильности напряжения при изменении тока нагрузки

Модификация	Нестабильность напряжения при изменении тока нагрузки, В
АКИП-1189-20-275-2500 АКИП-1189-20-350-3500 АКИП-1189-20-550-5 АКИП-1189-20-1100-10	$\pm(0,0003 \cdot U_{\text{пред}})$
АКИП-1189-40-50-500 АКИП-1189-40-50-900 АКИП-1189-40-80-1600 АКИП-1189-40-135-2500 АКИП-1189-40-275-5000	$\pm(0,0003 \cdot U_{\text{пред}})$
АКИП-1189-80-25-500 АКИП-1189-80-25-900 АКИП-1189-80-42-1200 АКИП-1189-80-42-1600	$\pm(0,0003 \cdot U_{\text{пред}})$
АКИП-1189-1500-1-1000 АКИП-1189-1500-2-1600 АКИП-1189-1500-4-3200	$\pm(0,0003 \cdot U_{\text{пред}})$
Примечания $U_{\text{пред}}$ – предельное значение напряжения постоянного тока, устанавливаемое на источнике, указанное в таблице 1, В.	

Таблица А.4 - Метрологические характеристики в режиме нестабильности напряжения при изменении напряжения питания

Модификация	Нестабильность напряжения при изменении напряжения питания, В
АКИП-1189-40-50-500 АКИП-1189-40-50-900 АКИП-1189-40-80-1600	$\pm(0,0002 \cdot U_{\text{пред}})$
АКИП-1189-80-25-500 АКИП-1189-80-25-900 АКИП-1189-80-42-1200 АКИП-1189-80-42-1600	$\pm(0,0002 \cdot U_{\text{пред}})$
АКИП-1189-1500-1-1000 АКИП-1189-1500-2-1600	$\pm(0,0002 \cdot U_{\text{пред}})$
Примечания $U_{\text{пред}}$ – предельное значение напряжения постоянного тока, устанавливаемое на источнике, указанное в таблице 1, В;	

Таблица А.5 - Метрологические характеристики в режиме установки и измерений силы постоянного тока

Модификация	Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки силы постоянного тока, А	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока, А
1	2	3
АКИП-1189-20-275-2500 АКИП-1189-20-350-3500 АКИП-1189-20-550-5 АКИП-1189-20-1100-10	$\pm(0,001 \cdot I_{\text{уст}} + 0,001 \cdot I_{\text{пред}})$	$\pm(0,001 \cdot I_{\text{изм}} + 0,001 \cdot I_{\text{пред}})$

Продолжение таблицы А.5

1	2	3
АКИП-1189-40-50-500 АКИП-1189-40-50-900 АКИП-1189-40-80-1600 АКИП-1189-40-135-2500 АКИП-1189-40-275-5000	$\pm(0,001 \cdot I_{уст} + 0,001 \cdot I_{пред})$	$\pm(0,001 \cdot I_{изм} + 0,001 \cdot I_{пред})$
АКИП-1189-80-25-500 АКИП-1189-80-25-900 АКИП-1189-80-42-1200 АКИП-1189-80-42-1600	$\pm(0,001 \cdot I_{уст} + 0,001 \cdot I_{пред})$	$\pm(0,001 \cdot I_{изм} + 0,001 \cdot I_{пред})$
АКИП-1189-1500-1-1000 АКИП-1189-1500-2-1600 АКИП-1189-1500-4-3200	$\pm(0,001 \cdot I_{уст} + 0,001 \cdot I_{пред})$	$\pm(0,001 \cdot I_{изм} + 0,001 \cdot I_{пред})$
Примечания $I_{уст}$ – установленное значение выходного тока на источнике, А; $I_{пред}$ – предельное значение силы постоянного тока, устанавливаемое на источнике, указанное в таблице 1, А; $I_{изм}$ – значение силы постоянного тока, измеренное источником, А.		

Таблица А.6 - Метрологические характеристики в режиме нестабильности силы тока при изменении напряжения на нагрузке

Модификация	Нестабильность силы тока при изменении напряжения на нагрузке, А
АКИП-1189-20-275-2500 АКИП-1189-20-350-3500 АКИП-1189-20-550-5 АКИП-1189-20-1100-10	$\pm(0,0005 \cdot I_{пред})$
АКИП-1189-40-50-500 АКИП-1189-40-50-900 АКИП-1189-40-80-1600 АКИП-1189-40-135-2500 АКИП-1189-40-275-5000	$\pm(0,0005 \cdot I_{пред})$
АКИП-1189-80-25-500 АКИП-1189-80-25-900 АКИП-1189-80-42-1200 АКИП-1189-80-42-1600	$\pm(0,0005 \cdot I_{пред})$
АКИП-1189-1500-1-1000 АКИП-1189-1500-2-1600 АКИП-1189-1500-4-3200	$\pm(0,0005 \cdot I_{пред} + 0,005)$
Примечания $I_{пред}$ – предельное значение силы постоянного тока, устанавливаемое на источнике, указанное в таблице 1, А;	

Таблица А.7 - Метрологические характеристики в режиме нестабильности силы тока при изменении напряжения питания

Модификация	Нестабильность силы тока при изменении напряжения питания, А
АКИП-1189-40-50-500 АКИП-1189-40-50-900 АКИП-1189-40-80-1600	$\pm(0,0005 \cdot I_{\text{пред}})$
АКИП-1189-80-25-500 АКИП-1189-80-25-900 АКИП-1189-80-42-1200 АКИП-1189-80-42-1600	$\pm(0,0005 \cdot I_{\text{пред}})$
АКИП-1189-1500-1-1000 АКИП-1189-1500-2-1600	$\pm(0,0001 \cdot I_{\text{пред}} + 0,002)$
Примечания $I_{\text{пред}}$ – предельное значение силы постоянного тока, устанавливаемое на источнике, указанное в таблице 1, А;	