

СОГЛАСОВАНО

Главный метролог

АО «ПриСТ»



А. Н. Новиков

«19» декабря 2024 г.

«ГСИ. Источники питания постоянного тока АКИП-1180.
Методика поверки»

МП-ПР-43-2024

Москва
2024

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика распространяется на источники питания постоянного тока АКИП-1180 (далее по тексту – источники) и устанавливает методы и средства их поверки.

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

- государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520, к Государственному первичному эталону единицы электрического напряжения – ГЭТ 13-2023;

- государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 01.10.2018 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 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1. Внешний осмотр средства измерений	да	да	6
2. Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	7
3. Проверка программного обеспечения средства измерений	да	да	8
4. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	9
5. Определение абсолютной погрешности установки и измерения напряжения постоянного тока, погрешности измерения напряжения постоянного тока с помощью встроенного вольтметра	да	да	9.1
6. Определение нестабильности выходного напряжения при изменении силы тока в нагрузке от $0,9 \cdot I_{пред}$ до 0	да	да	9.2
7. Определение нестабильности выходного напряжения при изменении напряжения питания $\pm 10\%$ от номинального	да	да	9.3
8. Определение уровня пульсаций выходного напряжения	да	да	9.4
9. Определение абсолютной погрешности установки и измерения силы постоянного тока	да	да	9.5
10. Определение нестабильности выходного тока при изменении напряжения на нагрузке от $0,9 \cdot U_{max}$ до $0,1 \cdot U_{max}$	да	да	9.6
11. Определение нестабильности выходного тока при изменении напряжения питания $\pm 10\%$ от номинального	да	да	9.7
12. Оформление результатов поверки	да	да	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 20 % до 80 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 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

Номер пункта методики поверки	Тип средства поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
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 0,2 %. Средства измерений частоты от 45 до 60 Гц. Пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты не более 0,1 %.	Прибор измерительный универсальный параметров электрической сети DMG 800 (рег. № 49072-12)
9.1, 9.2, 9.3	Эталоны единицы напряжения постоянного тока и средства измерений, 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 от 28.07.2023 г. № 1520, в диапазоне значений напряжения постоянного тока от 1 В до 1000 В. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности $\pm 0,0024\%$.	Мультиметр цифровой Kiethley 2002, рег. № 25787-08
9.5, 9.6, 9.7	Эталоны единицы силы постоянного тока и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 2 разряда по государственной поверочной схеме для средств измерений силы постоянного электрического тока утвержденной приказом Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091, в диапазоне значений силы постоянного тока от 0,1 до 10 А.	Шунт токовый PCS-71000A, рег. № 68945-17
9.4	Пределы измерений от 0,03 мВ до 300 В. Диапазон рабочих частот от 5 Гц до 5 МГц. Пределы допускаемой основной относительной погрешности от ± 1 до ± 4 %.	Микровольтметр ВЗ-57, рег. № 7657-80
9.1, 9.2, 9.3, 9.4, 9.6, 9.7	Максимальное напряжение 120 В, максимальный ток 120 А, максимальная мощность 600 Вт.	Нагрузка электронная АКИП-1371, рег. № 64174-16
9.1, 9.2, 9.3, 9.4, 9.5, 9.6, 9.7	Диапазон выходного напряжения от 0 до 300 В. Максимальная выходная мощность 3000 В·А.	Источник питания переменного тока АКИП-1202/4, 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.

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 № 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 источника 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 источник 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 источников 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

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

Результат проверки считать положительным, если версия программного обеспечения не ниже, приведенного в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Ver
Номер версии (идентификационный номер ПО)	не ниже 0.0.1

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

Периодическая поверка источников питания (далее по тексту – ИП), в случае их использования для измерений меньшего числа величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений, по отношению к указанным в разделе «Метрологические и технические характеристики» Описания типа, допускается на основании письменного заявления владельца источника, оформленного в произвольной форме. Соответствующая запись должна быть сделана в свидетельстве о поверке прибора.

9.1 Определение абсолютной погрешности установки и измерения напряжения постоянного тока, абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока с помощью встроенного вольтметра

Определение абсолютной погрешности установки и измерения напряжения постоянного тока, погрешности измерения напряжения постоянного тока с помощью встроенного вольтметра проводить при помощи мультиметра цифрового Keithley 2002 (далее по тексту – мультиметр) методом прямых измерений в следующей последовательности:

9.1.1 Собрать измерительную схему, представленную на рисунке 1. На поверяемом ИП выбрать в MENU SET: «Samp Mode: Two Ports».

9.1.2 На источнике питания АКИП-1202/3 установить значение выходного напряжения равным номинальному значению напряжения питания поверяемого ИП 230 В, 50 Гц в соответствии с РЭ.

9.1.3 На мультиметре установить следующие параметры:

- Режим измерения DCV;
- Range Auto;
- INPUTS FRONT.

9.1.4 На поверяемом ИП установить значение выходного напряжения, соответствующее 10 % от верхней границы диапазона, в соответствии с РЭ.

Значение силы тока установить равным максимально допустимому значению с учетом ограничения по мощности поверяемого ИП. Включить выход поверяемого ИП.

9.1.5 Зафиксировать измеренное мультиметром значение выходного напряжения и записать в графу «Действительное значение напряжения, В» таблиц 4 и 5.

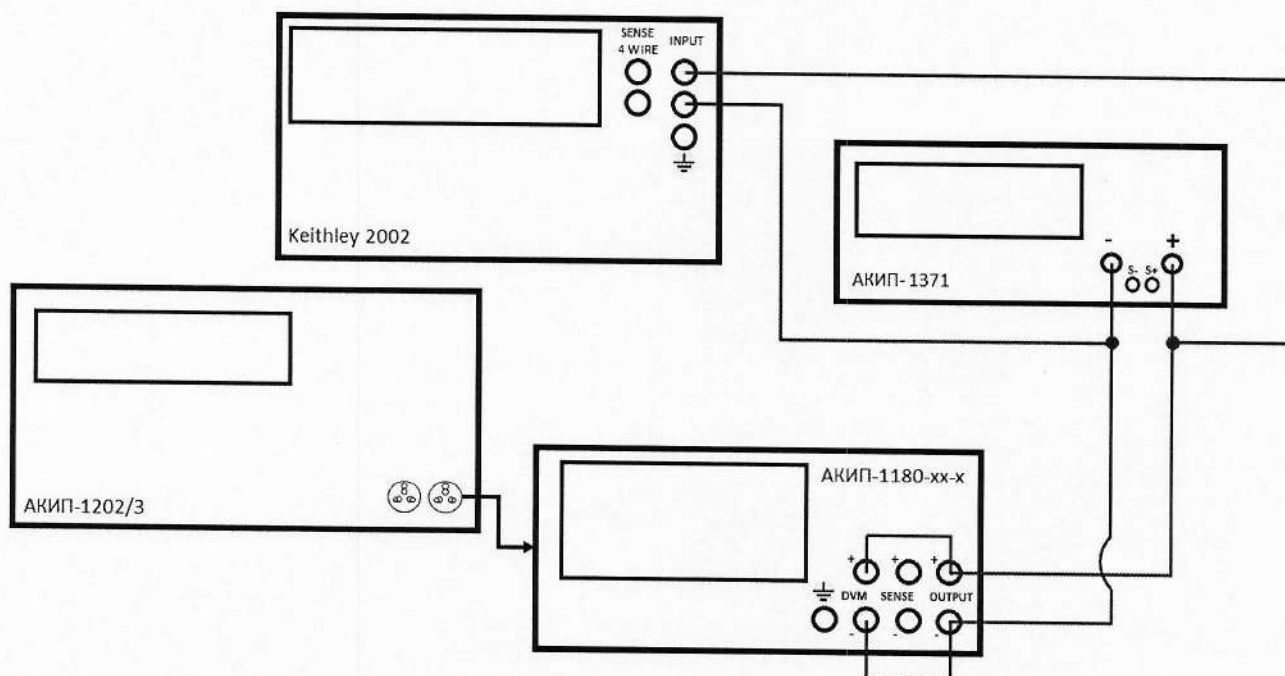


Рисунок 1

9.1.6 Зафиксировать измеренное значение выходного напряжения поверяемым ИП и записать в графу «Измеренное значение, В» таблицы 5.

9.1.7 Зафиксировать измеренное значение выходного напряжения встроенным вольтметром поверяемого ИП и записать в графу «Измеренное встроенным вольтметром значение напряжения, В» таблицы 6. Выключить выход поверяемого ИП.

9.1.8 Рассчитать абсолютную погрешность установки напряжения на поверяемом ИП по формуле 1 и записать в соответствующую графу таблицы 4.

$$\Delta = U_{\text{уст}} - U_{\text{д}}, \text{ где}$$

(1)

$U_{уст}$ – установленное значение напряжения на ИП, В;

$U_{д}$ – действительное значение напряжения, В.

9.1.9 Рассчитать абсолютную погрешность измерения напряжения на поверяемом ИП по формуле 2 и записать в соответствующую графу таблицы 5.

$$\Delta = U_{изм} - U_{д}, \text{ где} \quad (2)$$

$U_{изм}$ – измеренное значение напряжения на ИП, В;

$U_{д}$ – действительное значение напряжения, В.

9.1.10 Рассчитать абсолютную погрешность измерения напряжения встроенным вольтметром ИП по формуле 3 и записать в соответствующую графу таблицы 6.

$$\Delta = U_v - U_{д}, \text{ где} \quad (3)$$

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

U_v – измеренное значение напряжения встроенным вольтметром ИП, В.

9.1.11 Повторить операции поверки по п.9.1.4-9.1.10 в соответствии с таблицами 4, 5 и 6 для других точек диапазона на поверяемом ИП.

Таблица 4

Установленное значение напряжения на источнике, В	Действительное значение напряжения, В	Абсолютная погрешность установки напряжения, В	Пределы допускаемых значений погрешности установки напряжения, В
АКИП-1180-20-30			
2,000			±0,011
10,000			±0,015
18,000			±0,019
АКИП-1180-30-20 АКИП-1180-30-30			
3,000			±0,0115
15,000			±0,0175
28,000			±0,0240
АКИП-1180-60-10 АКИП-1180-60-15 АКИП-1180-60-25			
6,000			±0,0130
30,000			±0,0250
54,800			±0,0374
АКИП-1180-120-5 АКИП-1180-120-6 АКИП-1180-120-10			
12,000			±0,0210
60,000			±0,0450
108,000			±0,0690

Таблица 5

Установленное значение напряжения на источнике, В	Действительное значение напряжения, В	Измеренное значение на источнике, В	Абсолютная погрешность измерения напряжения, В	Пределы допускаемых значений погрешности измерения напряжения, В
АКИП-1180-20-30				
2,000				±(0,0005* U _д +0,010)
10,000				
18,000				
АКИП-1180-30-20 АКИП-1180-30-30				
3,000				±(0,0005* U _д +0,010)
15,000				
28,000				
АКИП-1180-60-10 АКИП-1180-60-15 АКИП-1180-60-25				
6,000				±(0,0005* U _д +0,010)
30,000				
54,800				
АКИП-1180-120-5 АКИП-1180-120-6 АКИП-1180-120-10				
12,000				±(0,0005* U _д +0,015)
60,000				
108,000				

Таблица 6

Установленное значение напряжения на источнике, В	Действительное значение напряжения, В	Измеренное встроенным вольтметром значение напряжения, В	Абсолютная погрешность измерения напряжения вольтметром, В	Пределы допускаемых значений погрешности измерения напряжения, В
АКИП-1180-20-30				
2,000				±(0,0005* U _д +0,01)
10,000				
18,000				
АКИП-1180-30-20 АКИП-1180-30-30				
3,000				±(0,0005* U _д +0,01)
15,000				
28,000				
АКИП-1180-60-10 АКИП-1180-60-15 АКИП-1180-60-25				
6,000				±(0,0003* U _д +0,005)
30,000				
54,800				
АКИП-1180-120-5				
12,000				±(0,0004* U _д +0,03)
60,000				
108,000				
АКИП-1180-120-6				
12,000				±(0,0005* U _д +0,015)
60,000				
108,000				
АКИП-1180-120-10				
12,000				±(0,0003* U _д +0,02)
60,000				
108,000				

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если абсолютная погрешность установки и измерения напряжения, а также абсолютная погрешность измерения напряжения с помощью встроенного вольтметра находится в пределах, приведенных в таблицах 4, 5 и 6 соответственно.

9.2 Определение нестабильности выходного напряжения при изменении силы тока в нагрузке от $0,9 \cdot I_{\max}$ до 0

Определение нестабильности выходного напряжения при изменении силы тока в нагрузке проводить при помощи мультиметра цифрового Keithley 2002 (далее по тексту – мультиметр), нагрузки электронной АКИП-1371 (далее по тексту – нагрузка) методом прямых измерений в следующей последовательности:

9.2.1 Собрать измерительную схему, представленную на рисунке 2. На поверяемом ИП выбрать в MENU SET: «Samp Mode: Two Ports».

9.2.2 На источнике АКИП-1202/3 установить значение выходного напряжения равным номинальному значению напряжения питания поверяемого ИП 230 В, 50 Гц в соответствии с РЭ.

9.2.3 На мультиметре установить следующие параметры:

- Режим измерения DCV;
- Range Auto;
- INPUTS FRONT.

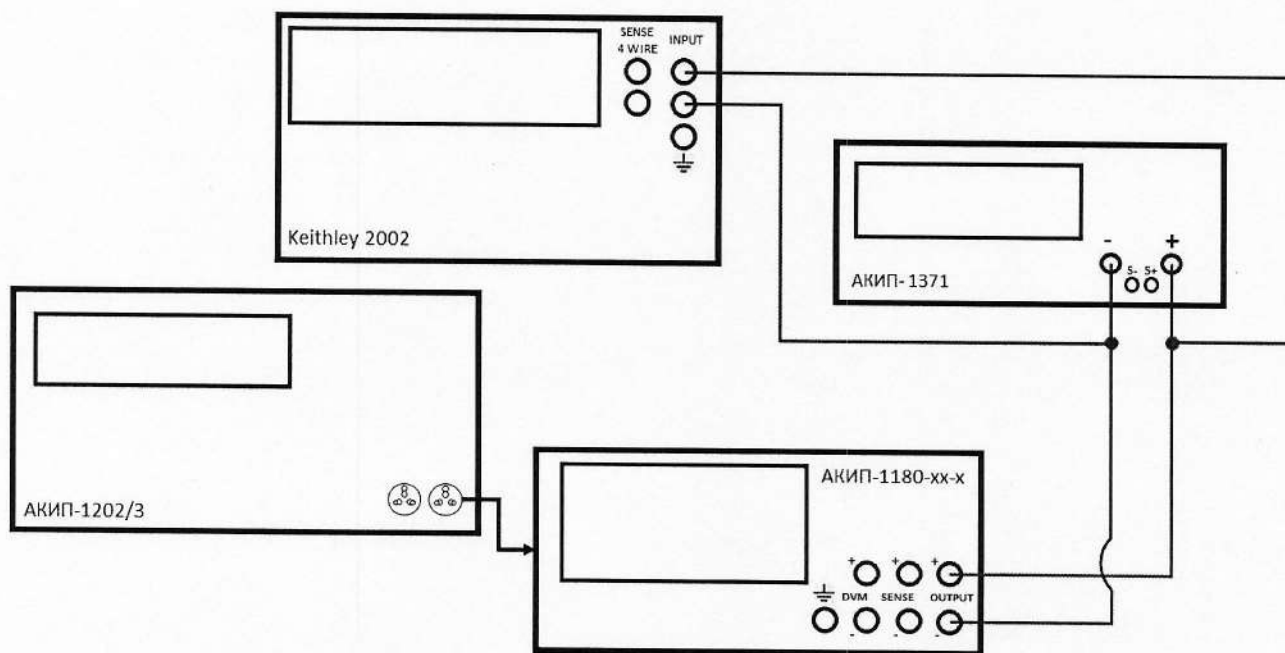


Рисунок 2

9.2.4 На поверяемом ИП установить значение выходного напряжения и значение силы тока, представленные в таблице 7, в соответствии с РЭ. Включить выход поверяемого ИП.

9.2.5 На нагрузке в режиме «СС» установить значение силы тока, представленное в таблице 7, в соответствии с РЭ. Включить нагрузку.

Таблица 7

Значение напряжения, установленное на источнике, В	Значение силы тока, установленное на источнике, А	Значение силы тока, установленное на нагрузке, А	Допускаемое значение нестабильности, мВ
АКИП-1180-20-30			
20,000	10,000	9,000	22,0
АКИП-1180-30-20			
30,000	6,500	6,000	23,0
АКИП-1180-30-30 ¹			
30,000	12,000	11,000	23,0
АКИП-1180-60-10			
60,000	3,300	3,000	11,0
АКИП-1180-60-15 ¹			
60,000	6,000	5,400	14,0
АКИП-1180-60-25 ¹			
60,000	10,000	9,000	21,0
АКИП-1180-120-5			
120,000	1,500	1,000	17,0
АКИП-1180-120-6 ¹			
120,000	3,000	2,700	20,0
АКИП-1180-120-10 ¹			
120,000	5,000	4,500	27,0
¹ – для данной модели использовать работающие в паре электронные нагрузки АКИП-1303			

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

9.2.7 По истечении 1 минуты зафиксировать значение выходного напряжения U_2 по показаниям мультиметра. Выключить выход поверяемого ИП.

9.2.8 Определить значение нестабильности по формуле 4:

$$\Delta U = |U_1 - U_2|, \quad (4)$$

где U_1 – значение напряжения на выходе поверяемого ИП при токе в нагрузке, В;

U_2 – значение напряжения на выходе поверяемого ИП при отключенной нагрузке, В.

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если значения нестабильности не превышают, указанных в таблице 7.

9.3 Определение нестабильности выходного напряжения при изменении напряжения питания $\pm 10\%$ от номинального

Определение нестабильности выходного напряжения при изменении напряжения питания проводить при помощи источника питания АКИП-1202/3, мультиметра цифрового Keithley 2002 (далее по тексту – мультиметр), нагрузки электронной АКИП-1371 (далее по тексту – нагрузка) методом прямых измерений в следующей последовательности:

9.3.1 Собрать измерительную схему, представленную на рисунке 2.

9.3.2 На источнике питания АКИП-1202/3 установить значение выходного напряжения равным номинальному значению напряжения питания поверяемого ИП 230 В, 50 Гц в соответствии с РЭ.

9.3.3 На мультиметре установить следующие параметры:

- Режим измерения DCV;

- Range Auto;

- INPUTS FRONT.

9.3.4 На поверяемом ИП установить значение выходного напряжения и значение силы тока, представленные в таблице 7, в соответствии с РЭ. Включить выход поверяемого ИП.

9.3.5 На нагрузке в режиме «СС» установить значение силы тока, представленное в таблице 7, в соответствии с РЭ. Включить нагрузку.

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

9.3.7 На источнике питания АКИП-1202/3 плавно увеличить значение выходного напряжения до 110 % от номинального.

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

9.3.9 На источнике питания АКИП-1202/3 плавно уменьшить значение выходного напряжения до 90 % от номинального.

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

9.3.11 На источнике питания АКИП-1202/3 установить номинальное значение выходного напряжения. Отключить нагрузку. Выключить выход источника.

9.3.12 Определить значение нестабильности по формулам (5) и (6):

$$\Delta U = |U_0 - U_1|, \quad (5)$$

$$\Delta U = |U_0 - U_2|, \quad (6)$$

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

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

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

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если значения нестабильности не превышают, указанных в таблице 7.

9.4 Определение уровня пульсаций выходного напряжения

Определение уровня пульсаций выходного напряжения проводить при помощи нагрузки электронной АКИП-1371 (далее по тексту – нагрузка) и микровольтметра ВЗ-57 (далее по тексту – микровольтметр) методом прямых измерений в следующей последовательности:

9.4.1 Собрать измерительную схему, представленную на рисунке 3. Подключение производить при помощи перехода или кабеля BNC-banana. Соединить между собой клеммы заземления приборов.

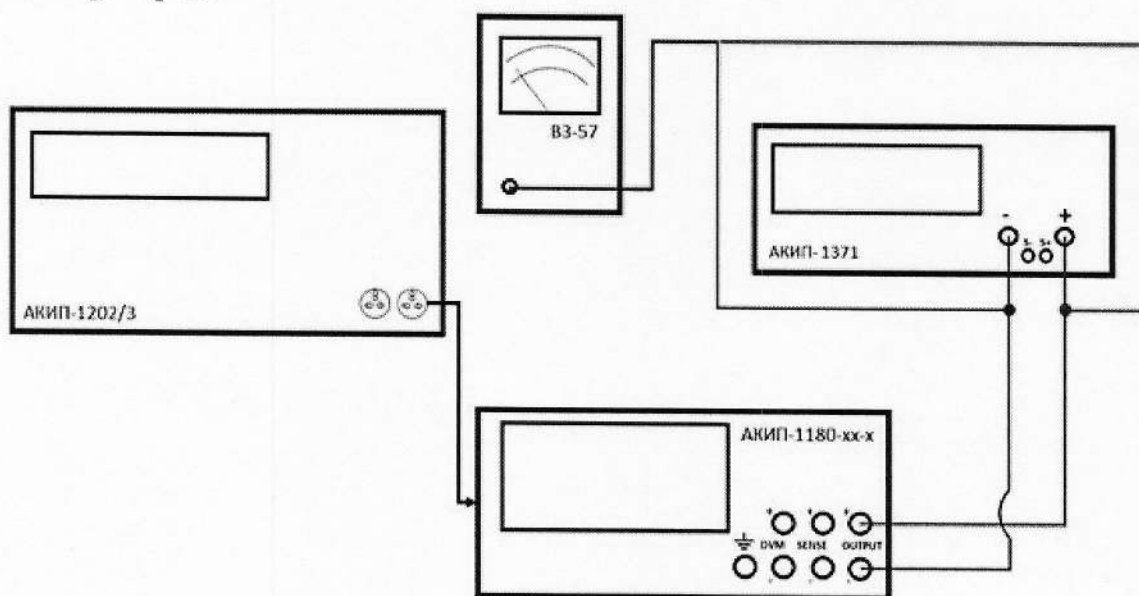


Рисунок 3

9.4.2 На источнике питания АКИП-1202/3 установить значение выходного напряжения равным номинальному значению напряжения питания поверяемого ИП 230 В, 50 Гц в соответствии с РЭ.

9.4.3 На микровольтметре ВЗ-57 выбрать диапазон 30 мВ и установить нулевые показания в соответствии с РЭ.

9.4.4 На поверяемом ИП установить значение выходного напряжения и значение силы тока, представленные в таблице 7, в соответствии с РЭ. Включить выход поверяемого ИП.

9.4.5 На нагрузке в режиме «СС» установить значение силы тока, представленное в таблице 7, в соответствии с РЭ. Включить нагрузку.

9.4.6 По истечении 1 минуты зафиксировать значение пульсаций по показаниям микровольтметра.

9.4.7 Выключить нагрузку. Выключить выход поверяемого ИП.

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если среднеквадратическое значение напряжения пульсаций не превышает 5 мВ (для моделей АКИП-1180-20-30, АКИП-1180-30-20, АКИП-1180-60-10, АКИП-1180-30-30, АКИП-1180-60-15), 7 мВ (для моделей АКИП-1180-120-5, АКИП-1180-120-6, АКИП-1180-60-25) и 8 мВ (для модели АКИП-1180-120-10).

9.5 Определение абсолютной погрешности установки и измерения силы постоянного тока

Определение абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока проводить при помощи шунта токового PCS-71000А (далее по тексту – шунт) методом прямых измерений в следующей последовательности:

9.5.1 Собрать измерительную схему, представленную на рисунке 4. Подключить канал поверяемого ИП (к клеммам «INPUT 3 А» для измерения силы тока до 3 А, к клеммам «INPUT 30 А» для измерения силы тока 3 А и выше). Выбор предела измерения на шунте осуществлять исходя из максимального значения силы тока на выходе поверяемого ИП. Предел измерения силы тока шунта должен быть больше установленного значения силы тока на поверяемом ИП.

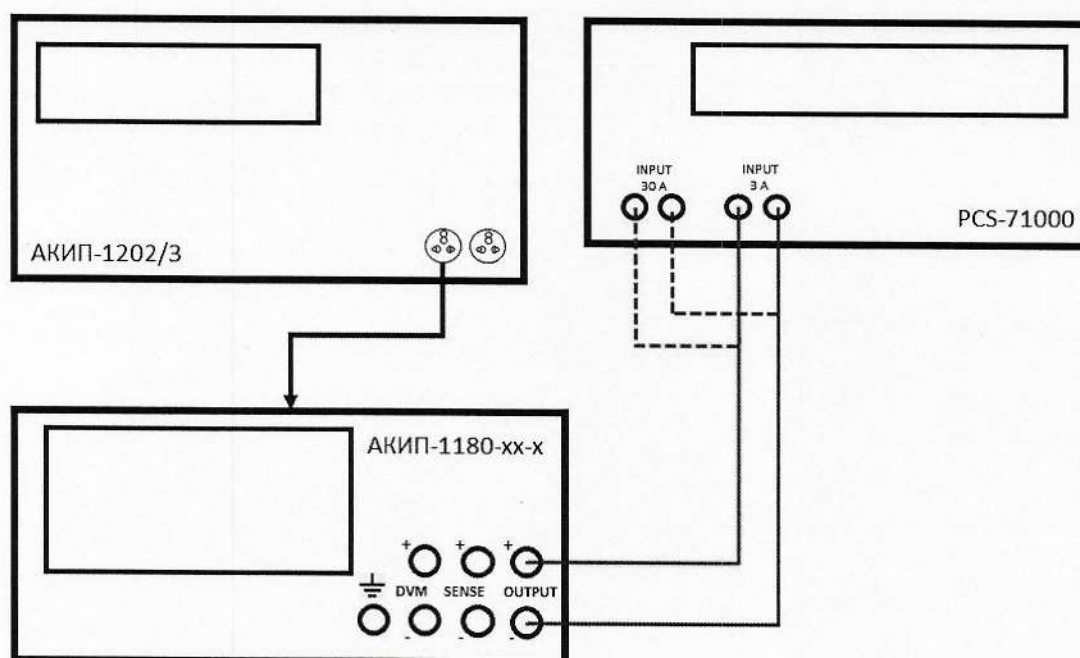


Рисунок 4

9.5.2 На источнике АКИП-1202/3 установить значение выходного напряжения равным номинальному значению напряжения питания поверяемого ИП 230 В, 50 Гц в соответствии с РЭ.

9.5.3 На шунте установить следующие параметры:

- Режим измерения DCA;
- Предел измерения 30 А (для клемм «INPUT 30 А»);
- Range «mA» (для клемм «INPUT 3 А»).

9.5.4 На поверяемом ИП установить значение силы выходного тока соответствующее 10 % от верхней границы диапазона, в соответствии с РЭ.

Значение напряжения установить равным максимально допустимому значению с учетом ограничения по мощности поверяемого ИП. Включить выход поверяемого ИП.

9.5.5 Зафиксировать измеренное шунтом значение и записать в графу «Действительное значение силы тока, А» таблиц 8 и 9.

9.5.6 Зафиксировать измеренное значение поверяемым ИП и записать в графу «Измеренное значение, А» таблицы 9.

9.5.7 Рассчитать абсолютную погрешность установки силы тока на поверяемом ИП по формуле 7 и записать в соответствующую графу таблицы 8.

$$\Delta = I_{\text{уст}} - I_{\text{д}}, \text{ где} \quad (7)$$

$I_{\text{уст}}$ – установленное значение силы тока на поверяемом ИП, А;

$I_{\text{д}}$ – действительное значение силы тока, А.

9.5.8 Рассчитать абсолютную погрешность измерения силы тока на поверяемом источнике по формуле 8 и записать в соответствующую графу таблицы 9.

$$\Delta = I_{\text{изм}} - I_{\text{д}}, \text{ где} \quad (8)$$

$I_{\text{изм}}$ – измеренное значение силы тока на поверяемом ИП, А;

$I_{\text{д}}$ – действительное значение силы тока, А.

9.5.9 Повторить операции поверки по п.9.5.4-9.5.8 в соответствии с таблицами 8 и 9 для других точек диапазона на поверяемом ИП.

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, абсолютная погрешность установки и измерения силы тока находится в пределах, приведенных в таблицах 8 и 9 соответственно.

Таблица 8

Установленное значение силы тока на источнике, А	Действительное значение силы тока, А	Абсолютная погрешность установки силы тока, А	Пределы допускаемых значений погрешности установки силы тока, А
АКИП-1180-120-5			
0,500			$\pm 0,0205$
2,500			$\pm 0,0225$
4,500 ¹			$\pm 0,0245$
АКИП-1180-120-6			
0,600			$\pm 0,0206$
3,000 ¹			$\pm 0,0230$
5,400			$\pm 0,0254$
АКИП-1180-60-10			
1,000			$\pm 0,011$
5,000 ¹			$\pm 0,015$
9,000			$\pm 0,019$
АКИП-1180-120-10			
1,000			$\pm 0,026$
5,000 ¹			$\pm 0,030$
9,000			$\pm 0,034$
АКИП-1180-60-15			
1,500			$\pm 0,0165$
7,500 ¹			$\pm 0,0225$
13,500			$\pm 0,0285$
АКИП-1180-30-20			
2,000			$\pm 0,022$
10,000 ¹			$\pm 0,030$
18,000			$\pm 0,038$
АКИП-1180-60-25			
2,500			$\pm 0,0275$
12,500 ¹			$\pm 0,0375$
22,500			$\pm 0,0475$
АКИП-1180-20-30 АКИП-1180-30-30			
3,000			$\pm 0,033$
15,000			$\pm 0,045$
27,000			$\pm 0,057$
¹ – в данной точке и выше А переключить измерительные кабели на клеммы шунта INPUT 30 А, выбрать предел измерения 30 А			

Таблица 9

Установленное значение силы тока на источнике, А	Действительное значение силы тока, А	Измеренное значение на источнике, А	Абсолютная погрешность измерения силы тока, А	Пределы допускаемых значений погрешности измерения силы тока, А
АКИП-1180-120-5				
0,500				±(0,001* I _д +0,02)
2,500				
4,500 ¹				
АКИП-1180-120-6				
0,600				±(0,001* I _д +0,02)
3,000 ¹				
5,400				
АКИП-1180-60-10				
1,000				±(0,001* I _д +0,01)
5,000 ¹				
9,000				
АКИП-1180-120-10				
1,000				±(0,001* I _д +0,025)
5,000 ¹				
9,000				
АКИП-1180-60-15				
1,500				±(0,001* I _д +0,015)
7,500 ¹				
13,500				
АКИП-1180-30-20				
2,000				±(0,001* I _д +0,02)
10,000 ¹				
18,000				
АКИП-1180-60-25				
2,500				±(0,001* I _д +0,025)
12,500 ¹				
22,500				
АКИП-1180-20-30 АКИП-1180-30-30				
3,000 ¹				±(0,001* I _д +0,03)
15,000				
27,000				
¹ – в данной точке и выше А переключить измерительные кабели на клеммы шунта INPUT 30 А, выбрать предел измерения 30 А				

9.6 Определение нестабильности выходного тока при изменении напряжения на нагрузке от $0,9 \cdot U_{\max}$ до $0,1 \cdot U_{\max}$

Определение нестабильности выходного тока при изменении напряжения на нагрузке проводить при помощи шунта токового PCS-71000А (далее по тексту – шунт), нагрузки электронной АКИП-1371 (далее по тексту – нагрузка) методом прямых измерений в следующей последовательности:

9.6.1 Собрать измерительную схему, представленную на рисунке 5. Выбор предела измерения на шунте осуществлять исходя из максимального значения силы тока на выходе поверяемого ИП. Предел измерения силы тока шунта должен быть больше установленного значения силы тока на поверяемом ИП.

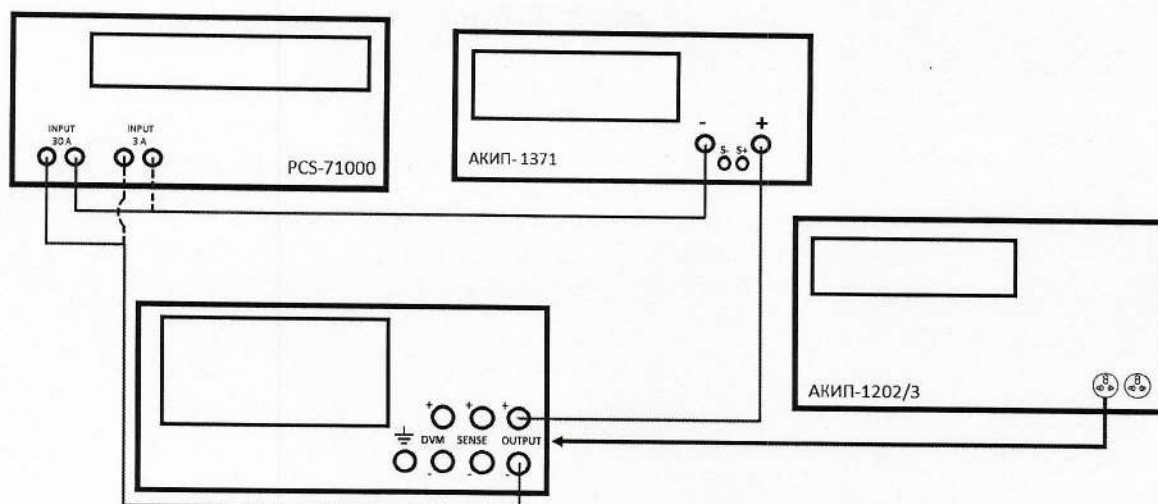


Рисунок 5

9.6.2 На источнике питания АКИП-1202/3 установить значение выходного напряжения равным номинальному значению напряжения питания поверяемого ИП 230 В, 50 Гц в соответствии с РЭ.

9.6.3 На шунте установить следующие параметры:

- Режим измерения DCA;
- Предел измерения 30 А (для клемм «INPUT 30 А»).

9.6.4 На поверяемом ИП установить в соответствии с РЭ значение силы выходного тока и напряжения, представленные в таблице 10. Включить выход поверяемого ИП.

9.6.5 На нагрузке в режиме «CV» установить значение напряжения $0,9 \cdot U_{\text{max}}$, представленное в таблице 10, в соответствии с РЭ. Включить нагрузку.

9.6.6 По истечении 1 минуты зафиксировать значение силы выходного тока I_1 по показаниям шунта. Отключить нагрузку.

Таблица 10

Значение напряжения, установленное на источнике, В	Значение силы тока, установленное на источнике, А	Значение напряжения, установленное на нагрузке, В, ($0,9 \cdot U_{\max}/0,1 \cdot U_{\max}$)	Допускаемое значение нестабильности, мА
АКИП-1180-120-5			
40,000	5,000	36,000/4,000	4,5
АКИП-1180-120-6 ¹			
60,000	6,000	54,000/6,000	6,6
АКИП-1180-60-10			
20,000	10,000	18,000/2,000	5,0
АКИП-1180-120-10 ¹			
60,000	10,000	54,000/6,000	11,0
АКИП-1180-60-15 ¹			
24,000	15,000	21,600/2,400	7,5
АКИП-1180-30-20			
10,000	20,000	9,000/1,000	17,0
АКИП-1180-60-25 ¹			
24,000	25,000	21,600/2,400	12,5
АКИП-1180-20-30			
6,600	30,000	6,000/0,600	23,0
АКИП-1180-30-30 ¹			
12,000	30,000	10,800/1,200	23,0

¹ – для данной модели использовать работающие в паре электронные нагрузки АКИП-1302

9.6.7 На нагрузке в режиме «CV» установить значение напряжения $0,1 \cdot U_{\max}$, представленное в таблице 10, в соответствии с РЭ. Включить нагрузку.

9.6.8 По истечении 1 минуты зафиксировать значение силы выходного тока I_2 по показаниям шунта. Отключить нагрузку.

9.6.9 Определить значение нестабильности по формуле (9):

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

где I_1 – значение силы тока на выходе поверяемого ИП при максимальном напряжении на нагрузке, А;

I_2 – значение силы тока на выходе поверяемого ИП при минимальном напряжении на нагрузке, А.

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если значения нестабильности не превышают, указанных в таблице 10.

9.7 Определение нестабильности выходного тока при изменении напряжения питания $\pm 10\%$ от номинального

Определение нестабильности выходного тока при изменении напряжения питания проводить при помощи источника питания АКИП-1202/3, шунта токового PCS-71000А (далее по тексту – шунт), нагрузки электронной АКИП-1371 (далее по тексту – нагрузка) методом прямых измерений в следующей последовательности:

9.7.1 Собрать измерительную схему, представленную на рисунке 5. Выбор предела измерения на шунте осуществлять исходя из максимального значения силы тока на выходе поверяемого ИП. Предел измерения силы тока шунта должен быть больше установленного значения силы тока на поверяемом ИП.

9.7.2 На источнике питания АКИП-1202/3 установить значение выходного напряжения равным номинальному значению напряжения питания поверяемого источника 230 В, 50 Гц в соответствии с РЭ.

9.7.3 На шунте установить следующие параметры:

- Режим измерения DCA;

- Предел измерения 30 А (для клемм «INPUT 30 А»).

9.7.4 На поверяемом ИП установить в соответствии с РЭ значение силы выходного тока и напряжения, представленные в таблице 10. Включить выход поверяемого ИП.

9.7.5 На нагрузке в режиме «CV» установить значение напряжения $0,9 \cdot U_{\max}$, представленное в таблице 10, в соответствии с РЭ. Включить нагрузку.

9.7.6 По истечении 1 минуты зафиксировать значение силы выходного тока I_0 по показаниям шунта. Отключить нагрузку.

9.7.7 На источнике питания АКИП-1202/3 плавно увеличить значение выходного напряжения до 110 % от номинального.

9.7.8 По истечении 1 минуты зафиксировать значение силы выходного тока I_1 по показаниям шунта.

9.7.9 На источнике питания АКИП-1202/3 плавно уменьшить значение выходного напряжения до 90 % от номинального.

9.7.10 По истечении 1 минуты зафиксировать значение силы выходного тока I_2 по показаниям шунта.

9.7.11 На источнике питания АКИП-1202/3 установить номинальное значение выходного напряжения. Отключить нагрузку.

9.7.12 Определить значение нестабильности по формулам (10) и (11):

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

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

где I_0 – значение силы тока на выходе поверяемого ИП при номинальном напряжении питания, А;

I_1 – значение силы тока на выходе поверяемого ИП при повышенном напряжении питания, А;

I_2 – значение силы тока на выходе поверяемого ИП при пониженном напряжении питания, А.

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если значения нестабильности не превышают, указанных в таблице 10.

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 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»

Ю. А. Буренков

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Метрологические требования подтверждаемые в результате поверки

Таблица 1А – Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности установки и измерения напряжения

Модификация	Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки/измерения напряжения, В
АКИП-1180-20-30	$\pm(0,0005 \cdot U + 0,010)$
АКИП-1180-30-20	
АКИП-1180-60-10	
АКИП-1180-120-5	$\pm(0,0005 \cdot U + 0,015)$
АКИП-1180-30-30	$\pm(0,0005 \cdot U + 0,010)$
АКИП-1180-60-15	
АКИП-1180-120-6	$\pm(0,0005 \cdot U + 0,015)$
АКИП-1180-60-25	$\pm(0,0005 \cdot U + 0,010)$
АКИП-1180-120-10	$\pm(0,0005 \cdot U + 0,015)$
Примечания:	
U – значение напряжения постоянного тока, установленное/измеренное на источнике, В	

Таблица 2А – Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока с помощью встроенного вольтметра (вход DVM)

Модификация	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения, В
АКИП-1180-20-30	$\pm(0,0005 \cdot U + 0,010)$
АКИП-1180-30-20	$\pm(0,0005 \cdot U + 0,010)$
АКИП-1180-60-10	$\pm(0,0003 \cdot U + 0,005)$
АКИП-1180-120-5	$\pm(0,0004 \cdot U + 0,030)$
АКИП-1180-30-30	$\pm(0,0005 \cdot U + 0,010)$
АКИП-1180-60-15	$\pm(0,0003 \cdot U + 0,005)$
АКИП-1180-120-6	$\pm(0,0005 \cdot U + 0,015)$
АКИП-1180-60-25	$\pm(0,0003 \cdot U + 0,005)$
АКИП-1180-120-10	$\pm(0,0003 \cdot U + 0,020)$
Примечания:	
U – значение напряжения постоянного тока, измеренное встроенным вольтметром, В	

Таблица 3А – Пределы допускаемых значений нестабильности выходного напряжения при изменении силы тока в нагрузке

Модификация	Нестабильность напряжения при изменении силы тока нагрузки, В
АКИП-1180-20-30	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,020)$
АКИП-1180-30-20	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,020)$
АКИП-1180-60-10	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,005)$
АКИП-1180-120-5	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,005)$
АКИП-1180-30-30	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,020)$
АКИП-1180-60-15	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,008)$
АКИП-1180-120-6	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,008)$
АКИП-1180-60-25	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,015)$
АКИП-1180-120-10	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,015)$
Примечания:	
U – значение напряжения постоянного тока, установленное на источнике, В	

Таблица 4А – Пределы допускаемых значений нестабильности выходного напряжения при изменении напряжения питания источников

Модификация	Нестабильность напряжения при изменении напряжения питания источников, В
АКИП-1180-20-30	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,020)$
АКИП-1180-30-20	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,020)$
АКИП-1180-60-10	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,005)$
АКИП-1180-120-5	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,005)$
АКИП-1180-30-30	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,020)$
АКИП-1180-60-15	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,008)$
АКИП-1180-120-6	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,008)$
АКИП-1180-60-25	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,015)$
АКИП-1180-120-10	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,015)$
Примечания: U – значение напряжения постоянного тока, установленное на источнике, В	

Таблица 5А – Значения уровня пульсаций выходного напряжения

Модификация	Уровень пульсаций выходного напряжения, мВ _{свз} , не более
АКИП-1180-20-30	5
АКИП-1180-30-20	5
АКИП-1180-60-10	5
АКИП-1180-120-5	7
АКИП-1180-30-30	5
АКИП-1180-60-15	5
АКИП-1180-120-6	7
АКИП-1180-60-25	7
АКИП-1180-120-10	8

Таблица 6А – Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности установки и измерения силы тока

Модификация	Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки/измерения силы тока, А
АКИП-1180-20-30	$\pm(0,001 \cdot I + 0,030)$
АКИП-1180-30-20	$\pm(0,001 \cdot I + 0,020)$
АКИП-1180-60-10	$\pm(0,001 \cdot I + 0,010)$
АКИП-1180-120-5	$\pm(0,001 \cdot I + 0,020)$
АКИП-1180-30-30	$\pm(0,001 \cdot I + 0,030)$
АКИП-1180-60-15	$\pm(0,001 \cdot I + 0,015)$
АКИП-1180-120-6	$\pm(0,001 \cdot I + 0,020)$
АКИП-1180-60-25	$\pm(0,001 \cdot I + 0,025)$
АКИП-1180-120-10	$\pm(0,001 \cdot I + 0,025)$
Примечания: I – значение силы постоянного тока, установленное/измеренное на источнике, А	

Таблица 7А – Пределы допускаемых значений неустойчивости силы выходного тока при изменении напряжения на нагрузке

Модификация	Неустойчивость силы тока при изменении напряжения на нагрузке, А
АКИП-1180-20-30	$\pm(0,001 \cdot I + 0,020)$
АКИП-1180-30-20	$\pm(0,001 \cdot I + 0,015)$
АКИП-1180-60-10	$\pm(0,001 \cdot I + 0,004)$
АКИП-1180-120-5	$\pm(0,001 \cdot I + 0,004)$
АКИП-1180-30-30	$\pm(0,001 \cdot I + 0,020)$
АКИП-1180-60-15	$\pm(0,001 \cdot I + 0,006)$
АКИП-1180-120-6	$\pm(0,001 \cdot I + 0,006)$
АКИП-1180-60-25	$\pm(0,001 \cdot I + 0,010)$
АКИП-1180-120-10	$\pm(0,001 \cdot I + 0,010)$
Примечания: I – значение силы постоянного тока, установленное на источнике, А	

Таблица 8А – Пределы допускаемых значений неустойчивости силы выходного тока при изменении напряжения питания

Модификация	Неустойчивость силы тока при изменении напряжения питания, А
АКИП-1180-20-30	$\pm(0,001 \cdot I + 0,020)$
АКИП-1180-30-20	$\pm(0,001 \cdot I + 0,015)$
АКИП-1180-60-10	$\pm(0,001 \cdot I + 0,004)$
АКИП-1180-120-5	$\pm(0,001 \cdot I + 0,004)$
АКИП-1180-30-30	$\pm(0,001 \cdot I + 0,020)$
АКИП-1180-60-15	$\pm(0,001 \cdot I + 0,006)$
АКИП-1180-120-6	$\pm(0,001 \cdot I + 0,006)$
АКИП-1180-60-25	$\pm(0,001 \cdot I + 0,010)$
АКИП-1180-120-10	$\pm(0,001 \cdot I + 0,010)$
Примечания: I – значение силы постоянного тока, установленное на источнике, А	