

СОГЛАСОВАНО

Главный метролог
АО «ПриСТ»



А. Н. Новиков

«29» июля 2024 г.

«ГСИ. Источники питания постоянного тока АКИП-1178-4К.
Методика поверки»

МП-ПР-13-2024

Москва
2024

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика распространяется на источники питания постоянного тока АКИП-1178-4К (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 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 – Операции 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 программного обеспечения средства измерений	да	да	Раздел 8
4. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям			Раздел 9
5. Определение абсолютной погрешности установки и измерения напряжения постоянного тока	да	да	9.1
6. Определение нестабильности выходного напряжения при изменении силы тока в нагрузке от $0,9 \cdot I_{\max}$ 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 (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

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
11. Определение нестабильности выходного тока при изменении напряжения питания $\pm 10\%$ от номинального	да	да	9.7
12. 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 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

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
7.1	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. № 75130-19)

Продолжение таблицы 2

1	2	3
9.1, 9.2, 9.3	Эталоны единицы напряжения постоянного тока, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 3 разряда по государственной поверочной схеме для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утвержденной приказом Росстандарта № 1520 от 28.07.2023, в диапазоне значений напряжения ± 1000 В. Эталоны единицы силы постоянного тока, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 2 разряда по государственной поверочной схеме для средств измерений силы постоянного электрического тока, утвержденной приказом Росстандарта № 2091 от 01.10.2018, в диапазоне значений силы постоянного тока ± 2 А.	Мультиметр цифровой Keithley 2002 (рег. 75241-19)
9.5, 9.6, 9.7	Эталоны единицы напряжения постоянного тока, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 3 разряда по государственной поверочной схеме для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утвержденной приказом Росстандарта № 1520 от 28.07.2023, в диапазоне значений напряжения ± 1000 В. Эталоны единицы силы постоянного тока, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 2 разряда по государственной поверочной схеме для средств измерений силы постоянного электрического тока, утвержденной приказом Росстандарта № 2091 от 01.10.2018, в диапазоне значений силы постоянного тока ± 30 А.	Шунт токовый PCS-71000 (рег. 61767-15)
9.4	Средства измерений переменного напряжения в диапазоне от 0,03 мВ до 300 В и в диапазоне рабочих частот от 5 Гц до 5 МГц. Пределы допускаемой основной относительной погрешности от ± 1 до ± 4 %.	Микровольтметр ВЗ-57 (рег. № 7657-80)
9.2, 9.3, 9.4, 9.6	Средства измерений напряжения постоянного тока до 500 В и до 30 А.	Нагрузка электронная АКИП-1372/1 (рег. 64174-16)
Раздел 7-9	Средства измерений напряжения постоянного тока с выходным напряжением от 0 до 300 В и максимальной выходной мощностью 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 другие средства измерений утвержденного типа, поверенные и обеспечивающие соотношение погрешностей измерений не более 1/3 допускаемой погрешности определяемой метрологической характеристики СИ.		

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 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.

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 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.

Номер версии ПО определяется в строке «НМІ:» по трем цифрам после символа «v», разделенным точкой. Результат проверки считать положительным, если номер версии программного обеспечения 1.01 и выше и соответствует данным, приведенным в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные программного обеспечения

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

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

Периодическая поверка источника питания, в случае его использования для измерений меньшего числа измерительных каналов, чем указано в разделе «Описание средства измерений» Описания типа, допускается на основании письменного заявления владельца прибора, 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

Определение абсолютной погрешности установки и измерения напряжения постоянного тока 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. Подключить канал СН1 поверяемого источника.

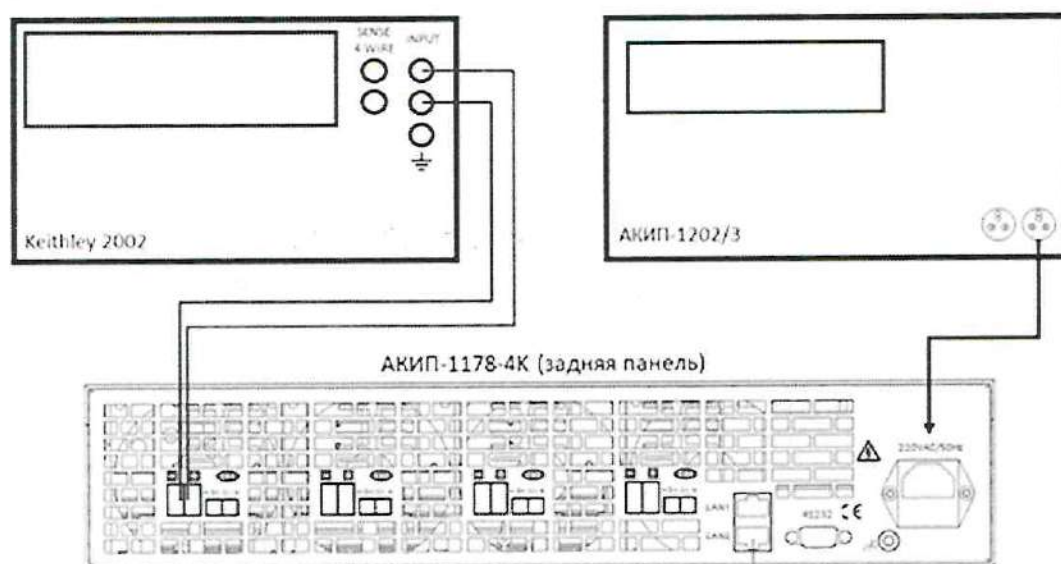


Рисунок 1

9.1.2 На источнике АКИП-1202/3 установить значение выходного напряжения равным номинальному значению напряжения питания поверяемого источника 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 источнике установить значение выходного напряжения постоянного тока 6 В (для моделей АКИП-1178/1-4К-60-10, АКИП-1178/2-4К-60-15, АКИП-1178/3-4К-60-15), 15 В (для моделей АКИП-1178/1-4К-150-4, АКИП-1178/2-4К-150-6, АКИП-1178/3-4К-150-6) в соответствии с РЭ.

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

9.1.6 Зафиксировать измеренное значение поверяемым источником и записать в графу «Измеренное значение, В» таблицы 4.

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

$$\Delta = U_{\text{уст}} - U_{\text{д}}, \text{ где} \quad (1)$$

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

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

9.1.8 Рассчитать абсолютную погрешность измерения напряжения на поверяемом источнике по формуле 2 и записать в соответствующую графу таблицы 4.

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

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

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

9.1.9 Повторить операции поверки по п.9.1.4-9.1.8 в соответствии с таблицей 4.

Таблица 4

Установленное значение напряжения на источнике, В	Действительное значение напряжения, В	Измеренное значение на источнике, В	Абсолютная погрешность установки напряжения, В	Абсолютная погрешность измерения напряжения, В	Пределы допускаемых значений погрешности установки (измерения) напряжения, В
Модификации: АКИП-1178/1-4К-60-10, АКИП-1178/2-4К-60-15, АКИП-1178/3-4К-60-15					
6,000					$\pm 0,063$
12,000					$\pm 0,066$
24,000					$\pm 0,072$
36,000					$\pm 0,078$
48,000					$\pm 0,084$
60,000					$\pm 0,090$
Модификации: АКИП-1178/1-4К-150-4, АКИП-1178/2-4К-150-6, АКИП-1178/3-4К-150-6					
15,000					$\pm 0,1575$
30,000					$\pm 0,165$
60,000					$\pm 0,180$
90,000					$\pm 0,195$
120,000					$\pm 0,210$
150,000					$\pm 0,225$

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если абсолютная погрешность установки (измерения) напряжения находится в пределах, приведенных в таблице 4.

9.1.10 Повторить операции поверки по п. 9.1.1-9.1.9 для каналов 2, 3 и 4 поверяемой модели источника.

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-1372/1 методом прямых измерений в следующей последовательности:

9.2.1 Собрать измерительную схему, представленную на рисунке 2. Подключить канал СН1 поверяемого источника.

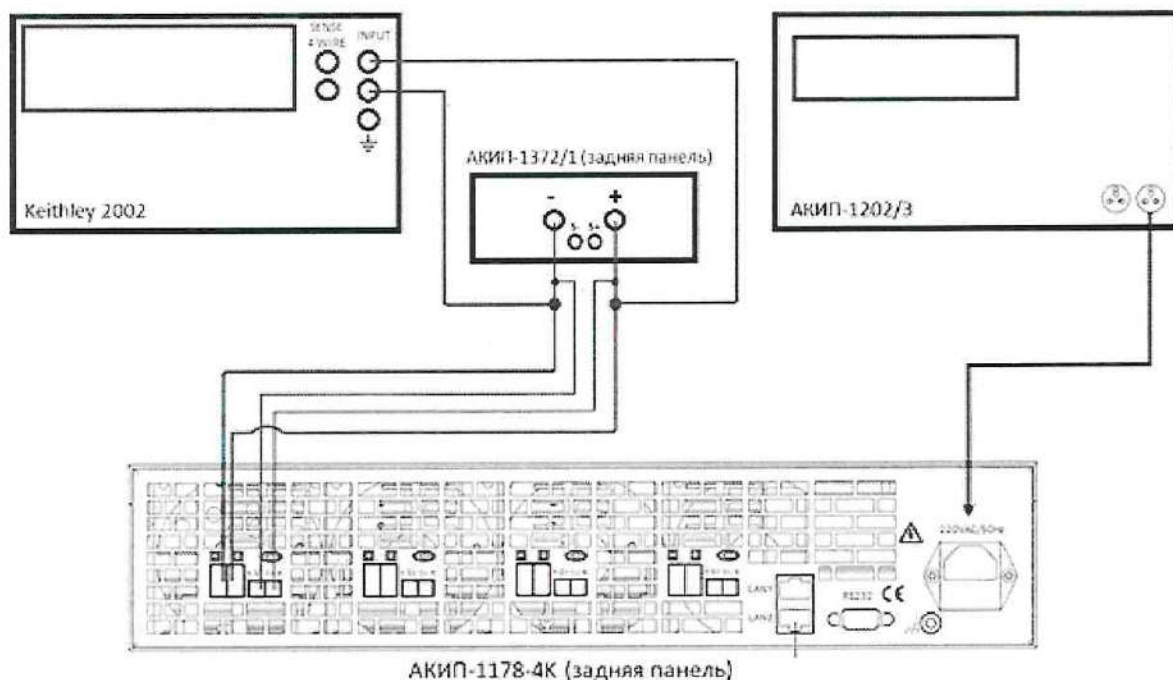


Рисунок 2

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

9.2.3 На мультиметре установить следующие параметры:

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

9.2.4 На поверяемом источнике установить значение выходного напряжения и значение силы тока, представленные в таблице 5, в соответствии с РЭ. Включить выход источника.

9.2.5 На электронной нагрузке в соответствии с РЭ установить режим стабилизации силы тока «СС», значение силы тока, представленное в таблице 5. Включить нагрузку.

Таблица 5

Значение напряжения, установленное на источнике, В	Значение силы тока, установленное на источнике, А	Значение силы тока, установленное на нагрузке, А
Модель АКИП-1178/1-4К-60-10		
60,0	3,3	2,97
Модель АКИП-1178/1-4К-150-4		
150,0	1,3	1,17
Модель АКИП-1178/2-4К-60-15		
60,0	6,0	5,4
Модель АКИП-1178/2-4К-150-6		
150,0	2,4	2,16
Модель АКИП-1178/3-4К-60-15		
60,0	10,0	9,0
Модель АКИП-1178/3-4К-150-6		
150,0	4,0	3,6

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

9.2.8 По истечении 1 минуты зафиксировать значение выходного напряжения U_2 по показаниям мультиметра. Выключить выход источника.

9.2.9 Определить значение нестабильности по формуле 3:

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

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

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

9.2.10 Повторить операции поверки по п.9.2.1-9.2.9 для каналов 2, 3 и 4 поверяемой модели источника. Результаты измерений занести в таблицу 6.

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если значения нестабильности не превышают 18 мВ (для моделей АКИП-1178/1-4К-60-10, АКИП-1178/2-4К-60-15, АКИП-1178/3-4К-60-15), 45 мВ (для моделей АКИП-1178/1-4К-150-4, АКИП-1178/2-4К-150-6, АКИП-1178/3-4К-150-6).

Таблица 6

Измеренное значение напряжения под нагрузкой U_n , В	Измеренное значение напряжения без нагрузки U_n , В	Нестабильность, мВ	Предел нестабильности, мВ
Модификации: АКИП-1178/1-4К-60-10, АКИП-1178/2-4К-60-15, АКИП-1178/3-4К-60-15			
Канал 1			
			±18,0
Канал 2			
			±18,0
Канал 3			
			±18,0
Канал 4			
			±18,0
Модификации: АКИП-1178/1-4К-150-4, АКИП-1178/2-4К-150-6, АКИП-1178/3-4К-150-6			
Канал 1			
			±45,0
Канал 2			
			±45,0
Канал 3			
			±45,0
Канал 4			
			±45,0

9.3 Определение нестабильности выходного напряжения при изменении напряжения питания ±10% от номинального

Определение нестабильности выходного напряжения при изменении напряжения питания проводить при помощи мультиметра цифрового Keithley 2002 (далее по тексту – мультиметр) методом прямых измерений в следующей последовательности:

9.3.1 Собрать измерительную схему, представленную на рисунке 2. Подключить канал 1 поверяемого источника.

9.3.2 На источнике АКИП-1202/3 установить значение выходного напряжения равным номинальному значению напряжения питания поверяемого источника 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 источнике установить значение выходного напряжения и значение силы тока, представленные в таблице 5, в соответствии с РЭ. Включить выход источника.

9.3.5 На электронной нагрузке в соответствии с РЭ установить режим стабилизации силы тока «СС», значение силы тока, представленное в таблице 5. Включить нагрузку.

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

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

9.3.12 Определить значение нестабильности по формулам (4) и (5). Выбрать максимальное значение.

$$\Delta U_1 = |U_0 - U_1|, \quad (4)$$

$$\Delta U_2 = |U_0 - U_2|, \quad (5)$$

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

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

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

9.3.13 Повторить операции поверки по п.9.3.1-9.3.12 для каналов 2, 3 и 4 поверяемой модели источника. Результаты измерений занести в таблицу 7.

Таблица 7

Измеренное значение напряжения при $U_{\text{пит}} = 207 \text{ В}$, В	Измеренное значение напряжения при $U_{\text{пит}} = 230 \text{ В}$, В	Измеренное значение напряжения при $U_{\text{пит}} = 253 \text{ В}$, В	Нестабильность, мВ	Предел нестабильности, мВ
Модификация: АКИП-1178/1-4К-60-10, АКИП-1178/2-4К-60-15, АКИП-1178/3-4К-60-15				
Канал 1				
				±9,0
Канал 2				
				±9,0
Канал 3				
				±9,0
Канал 4				
				±9,0
Модификация: АКИП-1178/1-4К-150-4, АКИП-1178/2-4К-150-6, АКИП-1178/3-4К-150-6				
Канал 1				
				±22,5
Канал 2				
				±22,5
Канал 3				
				±22,5
Канал 4				
				±22,5

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если значения нестабильности не превышают 9 мВ (для моделей АКИП-1178/1-4К-60-10, АКИП-1178/2-4К-60-15, АКИП-1178/3-4К-60-15), 22,5 мВ (для моделей АКИП-1178/1-4К-150-4, АКИП-1178/2-4К-150-6, АКИП-1178/3-4К-150-6).

9.4 Определение уровня пульсаций выходного напряжения

Определение уровня пульсаций выходного напряжения проводить при помощи 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.

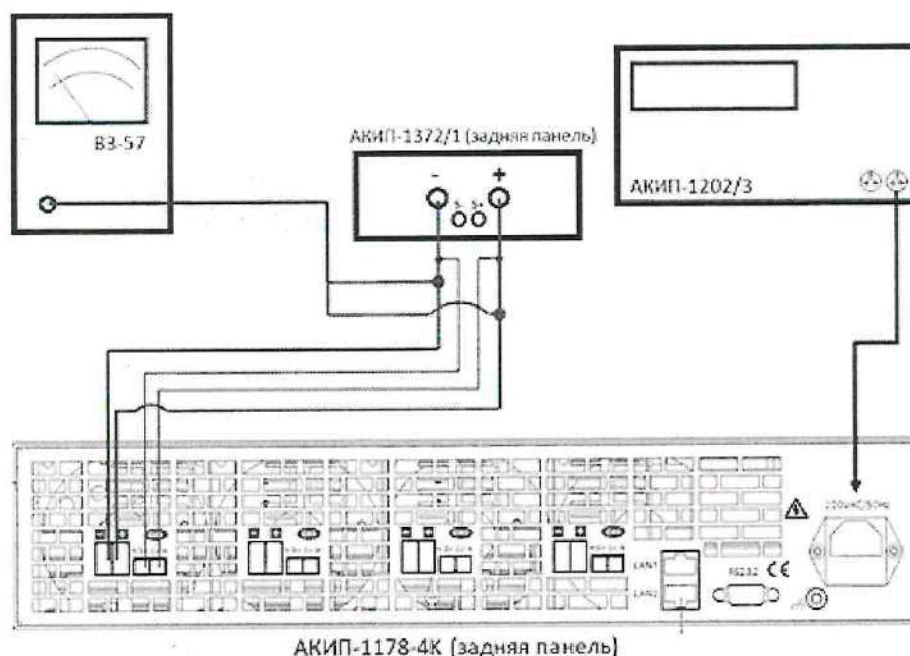


Рисунок 3

9.4.2 На источнике АКИП-1202/3 установить значение выходного напряжения равным номинальному значению напряжения питания поверяемого источника 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 источнике установить значение выходного напряжения и значение силы тока, представленные в таблице 5, в соответствии с РЭ. Включить выход источника.

9.4.5 На электронной нагрузке в соответствии с РЭ установить режим стабилизации силы тока «СС», значение силы тока, представленное в таблице 5. Включить нагрузку.

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

9.4.7 Выключить нагрузку. Выключить выход источника.

9.4.8 Повторить операции поверки по п.9.4.1-9.4.7 для каналов 2, 3 и 4 поверяемой модели источника. Результаты измерений занести в таблицу 8.

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если значение уровня пульсаций не превышает 20 мВ (для моделей АКИП-1178/1-4К-60-10, АКИП-1178/2-4К-60-15, АКИП-1178/3-4К-60-15), 25 мВ (для моделей АКИП-1178/1-4К-150-4, АКИП-1178/2-4К-150-6, АКИП-1178/3-4К-150-6).

Таблица 8

Измеренный уровень пульсаций выходного напряжения, мВ	Допускаемый уровень пульсаций выходного напряжения (скз), мВ
1	2
Модификация: АКИП-1178/1-4К-60-10, АКИП-1178/2-4К-60-15, АКИП-1178/3-4К-60-15	
Канал 1	
	20
Канал 2	
	20
Канал 3	
	20
Канал 4	
	20

Продолжение таблицы 8

1	2
Модификация: АКИП-1178/1-4К-150-4, АКИП-1178/2-4К-150-6, АКИП-1178/3-4К-150-6	
Канал 1	
	25
Канал 2	
	25
Канал 3	
	25
Канал 4	
	25

9.5 Определение абсолютной погрешности установки (измерения) силы постоянного тока

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

9.5.1 Собрать измерительную схему, представленную на рисунке 4. Подключить канал СН1 поверяемого источника (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 источника. Предел измерения силы тока шунта должен быть больше установленного значения силы тока на источнике.

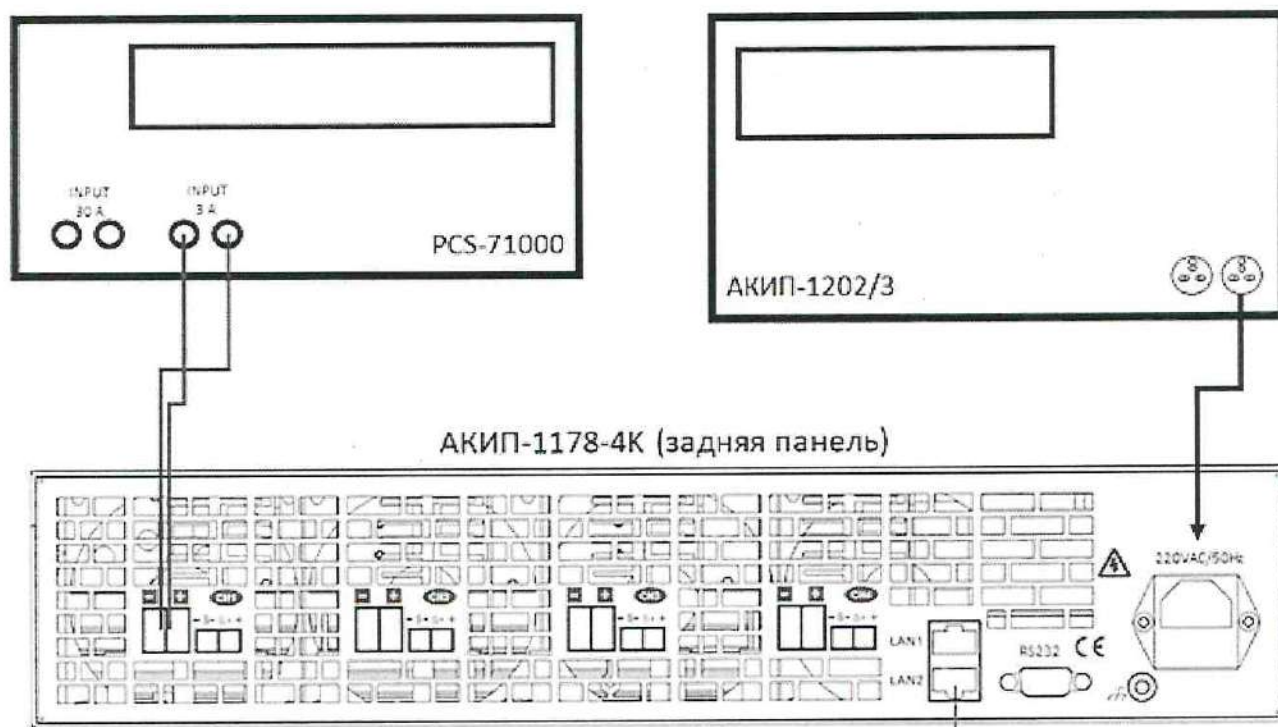


Рисунок 4

9.5.2 На источнике АКИП-1202/3 установить значение выходного напряжения равным номинальному значению напряжения питания поверяемого источника 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 источнике установить значение силы выходного тока 0,4 А (для модели АКИП-1178/1-4К-150-4), 1 А (для модели АКИП-1178/1-4К-60-10), 0,6 А (для моделей АКИП-1178/2-4К-150-6, АКИП-1178/3-4К-150-6), 1,5 А (для моделей АКИП-1178/2-4К-60-15, АКИП-1178/3-4К-60-15) в соответствии с РЭ.

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

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

9.5.7 Рассчитать абсолютную погрешность установки силы тока на поверяемом источнике по формуле 6 и записать в соответствующую графу таблицы 9.

$$\Delta = I_{\text{уст}} - I_{\text{д}}, \text{ где} \quad (6)$$

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

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

9.5.8 Рассчитать абсолютную погрешность измерения силы тока на поверяемом источнике по формуле 7 и записать в соответствующую графу таблицы 9.

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

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

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

9.5.9 Повторить операции проверки по п.9.5.4-9.5.8 в соответствии с таблицей 9.

9.5.10 Повторить операции проверки по п.9.5.1-9.5.9 для каналов 2, 3 и 4 поверяемой модели источника.

Таблица 9

Установленное значение силы тока на источнике, А	Действительное значение силы тока, А	Измеренное значение на источнике, А	Абсолютная погрешность установки силы тока, А	Абсолютная погрешность измерения силы тока, А	Пределы допускаемых значений погрешности установки (измерения) силы тока, А
Модель АКИП-1178/1-4К-150-4					
0,400					±0,0044
0,800					±0,0048
1,600					±0,0056
2,400					±0,0064
3,200 ¹⁾					±0,0072
4,000					±0,008
Модель АКИП-1178/1-4К-60-10					
1,000					±0,011
2,000					±0,012
4,000 ¹⁾					±0,014
6,000					±0,016
8,000					±0,018
10,000					±0,02
Модели АКИП-1178/2-4К-150-6 АКИП-1178/3-4К-150-6					
0,600					±0,0066
1,200					±0,0072
2,400					±0,0084
3,600 ¹⁾					±0,0096
4,800					±0,0108
6,000					±0,012
Модели АКИП-1178/2-4К-60-15 АКИП-1178/3-4К-60-15					
1,500					±0,0165
3,000 ¹⁾					±0,018
6,000					±0,021
9,000					±0,024
12,000					±0,027
15,000					±0,03

¹⁾ – в данной точке и выше А переключить измерительные кабели на клеммы шунта INPUT 30 А, выбрать предел измерения 30 А

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, абсолютная погрешность установки (измерения) силы тока находится в пределах, приведенных в таблице 9.

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-71000 (далее по тексту – шунт) 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 источника. Предел измерения силы тока шунта должен быть больше установленного значения силы тока на источнике.



Рисунок 5

9.6.2 На источнике АКПП-1202/3 установить значение выходного напряжения равным номинальному значению напряжения питания поверяемого источника 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 источнике установить в соответствии с РЭ значение силы выходного тока и напряжения, представленные в таблице 10. Включить выход источника.

9.6.5 На электронной нагрузке установить режим стабилизации напряжения «CV», установить значение напряжения $0,9 \cdot U_{\max}$, представленное в таблице 10. 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, ($0,9 \cdot U_{\max}/0,1 \cdot U_{\max}$)
Модель АКПП-1178/1-4К-60-10		
20,0	10,0	18,0/2,0
Модель АКПП-1178/1-4К-150-4		
50,0	4,0	45,0/5,0
Модель АКПП-1178/2-4К-60-15		
24,0	15,0	21,6/2,4
Модель АКПП-1178/2-4К-150-6		
60,0	6,0	54,0/6,0
Модель АКПП-1178/3-4К-60-15		
40,0	15,0	36,0/4,0
Модель АКПП-1178/3-4К-150-6		
100,0	6,0	90,0/10,0

9.6.7 На электронной нагрузке установить режим стабилизации напряжения «CV», установить значение напряжения $0,1 \cdot U_{\max}$, представленное в таблице 10. 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 (8):

$$\Delta I = |I_1 - I_2|, \quad (8)$$

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

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

9.6.10 Повторить операции поверки по п.9.6.1-9.6.9 для каналов 2, 3 и 4 поверяемой модели источника. Результаты измерений занести в таблицу 11.

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если значения нестабильности не превышают 5 мА (для модели АКИП-1178/1-4К-60-10), 2 мА (для модели АКИП-1178/1-4К-150-4), 7,5 мА (для моделей АКИП-1178/2-4К-60-15, АКИП-1178/3-4К-60-15), 3 мА (для моделей АКИП-1178/2-4К-150-6, АКИП-1178/3-4К-150-6).

Таблица 11

Измеренное значение силы тока при $0,1U_{max}$, А	Измеренное значение силы тока при $0,9U_{max}$, А	Нестабильность, мА	Предел нестабильности, мА
Модификация: АКИП-1178/1-4К-60-10			
Канал 1			
			±5
Канал 2			
			±5
Канал 3			
			±5
Канал 4			
			±5
Модификация: АКИП-1178/1-4К-150-4			
Канал 1			
			±2
Канал 2			
			±2
Канал 3			
			±2
Канал 4			
			±2
Модификация: АКИП-1178/2-4К-60-15, АКИП-1178/3-4К-60-15			
Канал 1			
			±7,5
Канал 2			
			±7,5
Канал 3			
			±7,5
Канал 4			
			±7,5
Модификация: АКИП-1178/2-4К-150-6, АКИП-1178/3-4К-150-6			
Канал 1			
			±3
Канал 2			
			±3
Канал 3			
			±3
Канал 4			
			±3

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 шунта токового PCS-71000 (далее по тексту – шунт) 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 источника. Предел измерения силы тока шунта должен быть больше установленного значения силы тока на источнике.

9.7.2 На источнике 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 источнике установить в соответствии с РЭ значение силы выходного тока и напряжения, представленные в таблице 10. Включить выход источника.

9.7.5 На электронной нагрузке установить режим стабилизации напряжения «CV», установить значение напряжения $0,9 \cdot U_{\max}$, представленное в таблице 10. 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 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 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 АКИП-1202/3 установить номинальное значение выходного напряжения. Отключить нагрузку.

9.7.12 Определить значение нестабильности по формулам (9) и (10):

$$\Delta I_1 = |I_0 - I_1|, \quad (9)$$

$$\Delta I_2 = |I_0 - I_2|, \quad (10)$$

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

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

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

9.7.13 Повторить операции поверки по п.9.7.1-9.7.12 для каналов 2, 3 и 4 поверяемой модификации источника. Результаты измерений занести в таблицу 12.

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если значения нестабильности не превышают 5 мА (для модели АКИП-1178/1-4К-60-10), 2 мА (для модели АКИП-1178/1-4К-150-4), 7,5 мА (для моделей АКИП-1178/2-4К-60-15, АКИП-1178/3-4К-60-15), 3 мА (для моделей АКИП-1178/2-4К-150-6, АКИП-1178/3-4К-150-6).

Таблица 12

Измеренное значение силы тока при $U_{пит} = 207 \text{ В, А}$	Измеренное значение силы тока при $U_{пит} = 230 \text{ В, А}$	Измеренное значение силы тока при $U_{пит} = 253 \text{ В, А}$	Нестабильность, мА	Предел нестабильности, мА
Модификация: АКИП-1178/1-4К-60-10				
Канал 1				
				±5
Канал 2				
				±5
Канал 3				
				±5
Канал 4				
				±5
Модификация: АКИП-1178/1-4К-150-4				
Канал 1				
				±2
Канал 2				
				±2
Канал 3				
				±2
Канал 4				
				±2
Модификация: АКИП-1178/2-4К-60-15, АКИП-1178/3-4К-60-15				
Канал 1				
				±7,5
Канал 2				
				±7,5
Канал 3				
				±7,5
Канал 4				
				±7,5
Модификация: АКИП-1178/2-4К-150-6, АКИП-1178/3-4К-150-6				
Канал 1				
				±3
Канал 2				
				±3
Канал 3				
				±3
Канал 4				
				±3

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 1 – Пределы допускаемой погрешности установки и измерения выходного напряжения источников

Модификация	Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки напряжения, В	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения, В
АКИП-1178/1-4К-60-10	$\pm(0,0005 \cdot U_{уст}^{1}) + 0,001 \cdot U_{пр}^{2})$	$\pm(0,0005 \cdot U_{изм}^{3}) + 0,001 \cdot U_{пр}$
АКИП-1178/1-4К-150-4		
АКИП-1178/2-4К-60-15		
АКИП-1178/2-4К-150-6		
АКИП-1178/3-4К-60-15		
АКИП-1178/3-4К-150-6		

Примечание:

¹⁾ $U_{уст}$ – значение напряжения постоянного тока, установленное на источнике, В

²⁾ $U_{пр}$ – предельное значение напряжения, В

³⁾ $U_{изм}$ – значение напряжения постоянного тока, измеренное источником, В

Таблица 2 – Пределы допускаемой погрешности установки и измерения силы выходного тока источников

Модификация	Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки силы тока, А	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения силы тока, А
АКИП-1178/1-4К-60-10	$\pm(0,001 \cdot I_{уст}^{1}) + 0,001 \cdot I_{пр}^{2})$	$\pm(0,001 \cdot I_{изм}^{3}) + 0,001 \cdot I_{пр}$
АКИП-1178/1-4К-150-4		
АКИП-1178/2-4К-60-15		
АКИП-1178/2-4К-150-6		
АКИП-1178/3-4К-60-15		
АКИП-1178/3-4К-150-6		

Примечание:

¹⁾ $I_{уст}$ – значение напряжения постоянного тока, установленное на источнике, А

²⁾ $I_{диап}$ – предельное значение напряжения диапазона, А

³⁾ $I_{изм}$ – значение напряжения постоянного тока, измеренное источником, А

Таблица 3 – Допускаемые значения уровня пульсаций выходного напряжения источников

Модификация	Уровень пульсаций выходного напряжения (скз), мВ	Уровень пульсаций выходного напряжения (пик-пик), мВ
АКИП-1178/1-4К-60-10	20	250
АКИП-1178/2-4К-60-15		
АКИП-1178/3-4К-60-15		
АКИП-1178/1-4К-150-4	25	300
АКИП-1178/2-4К-150-6		
АКИП-1178/3-4К-150-6		

Таблица 4 – Допускаемые значения нестабильности выходного напряжения при изменении напряжения питания источников

Модификация	Нестабильность напряжения при изменении напряжения питания, В
АКИП-1178/1-4К-60-10	$\pm(0,00015 \cdot U_{уст}^{1)})$
АКИП-1178/2-4К-60-15	
АКИП-1178/3-4К-60-15	
АКИП-1178/1-4К-150-4	
АКИП-1178/2-4К-150-6	
АКИП-1178/3-4К-150-6	
Примечание: ¹⁾ U _{уст} – значение напряжения постоянного тока, установленное на источнике, В	

Таблица 5 – Допускаемые значения нестабильности выходного напряжения при изменении тока нагрузки

Тока нагрузки	
Модификация	Нестабильность напряжения при изменении напряжения питания, В
АКИП-1178/1-4К-60-10	$\pm(0,0003 \cdot U_{уст}^{1)})$
АКИП-1178/2-4К-60-15	
АКИП-1178/3-4К-60-15	
АКИП-1178/1-4К-150-4	
АКИП-1178/2-4К-150-6	
АКИП-1178/3-4К-150-6	
Примечание: ¹⁾ U _{уст} – значение напряжения постоянного тока, установленное на источнике, В	

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

Модификация	Нестабильность силы тока при изменении напряжения питания, А
АКИП-1178/1-4К-60-10	$\pm(0,0005 \cdot I_{уст}^{1)})$
АКИП-1178/2-4К-60-15	
АКИП-1178/3-4К-60-15	
АКИП-1178/1-4К-150-4	
АКИП-1178/2-4К-150-6	
АКИП-1178/3-4К-150-6	
Примечание: ¹⁾ I _{уст} – значение силы постоянного тока, установленное на источнике, А	

Таблица 7 – Допускаемые значения нестабильности выходного тока при изменении напряжения на нагрузке

Модификация	Нестабильность силы тока при изменении напряжения питания, А
АКИП-1178/1-4К-60-10	$\pm(0,0005 \cdot I_{уст}^{1)})$
АКИП-1178/2-4К-60-15	
АКИП-1178/3-4К-60-15	
АКИП-1178/1-4К-150-4	
АКИП-1178/2-4К-150-6	
АКИП-1178/3-4К-150-6	
Примечание: 1) $I_{уст}$ — значение силы постоянного тока, установленное на источнике, А	