

СОГЛАСОВАНО

Главный метролог

АО «ПриСТ»

А. Н. Новиков

«10» февраля 2025 г.



«ГСИ. Источники питания постоянного тока АКИП-1181.
Методика поверки»

МП-ПР-05-2025

Москва
2025

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика распространяется на источники питания постоянного тока АКИП-1181 (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.

Для обеспечения реализации методики поверки при определении метрологических характеристик источников по п. п. 9.1 – 9.7 применяется метод прямых измерений.

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	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	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 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 °C до плюс 28 °C;
 - 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 °C. Пределы абсолютной погрешности ±1 °C; Средства измерений относительной влажности окружающего воздуха от 30 до 80 %. Пределы абсолютной погрешности ±3 %.	Термогигрометр Fluke 1620A (рег. № 36331-07)
	Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 86 до 106,7 кПа. Пределы абсолютной погрешности ±5 гПа	Измеритель давления Testo 511 (рег. № 53431-13)
	Средства измерений переменного напряжения в диапазоне от 50 до 480 В. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений переменного напряжения $\pm(0,002 \cdot U + 0,1)$ В. Средства измерений частоты от 45 до 60 Гц. Пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты $\pm(0,001 \cdot f + 0,01)$ %.	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 ± 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 В3-57, рег. № 7657-80
9.1, 9.2, 9.3, 9.4, 9.6, 9.7	Максимальная мощность 300 Вт, максимальное напряжение 60 В, максимальный ток 60 А.	Нагрузка электронная АКИП-1302, рег. № 72839-18
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 1500 В·А. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности $\pm(0,002 \cdot U_{изм} + 0,6)$ В	Источник питания переменного тока АКИП-1202/3, рег. № 63132-16
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа, поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

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

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 задние клеммы CH1 канала поверяемого источника питания.

9.1.2 На источнике АКИП-1202/3 установить значение выходного напряжения равным номинальному значению напряжения питания поверяемого источника питания 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 питания установить значение выходного напряжения, соответствующее 10 % от верхней границы диапазона, в соответствии с РЭ.

Значение силы тока установить равным максимальному. Включить выход поверяемого источника питания.

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

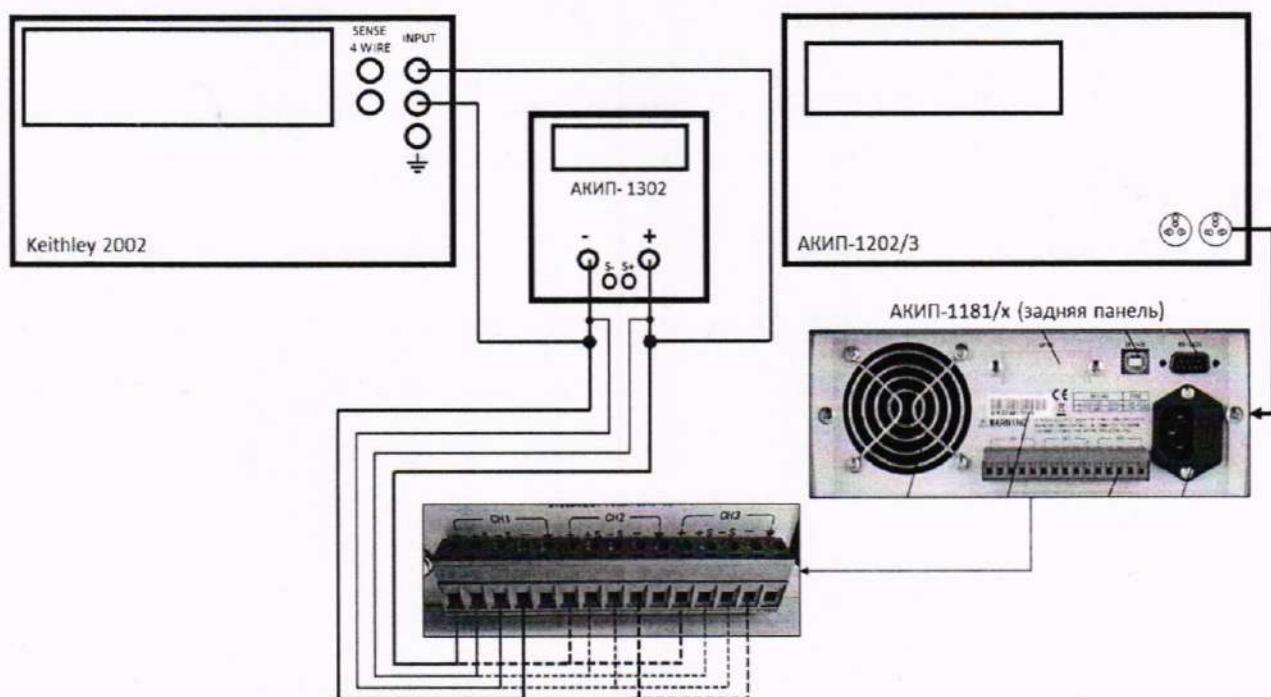


Рисунок 1

9.1.6 Зафиксировать измеренное значение выходного напряжения поверяемым источником питания и записать в графу «Измеренное значение, В» таблицы 5. Выключить выход поверяемого источника питания.

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

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

$U_{\text{уст}}$ – установленное значение напряжения на поверяемом источнике питания, В;

U_d – действительное значение напряжения, В.

9.1.8 Рассчитать абсолютную погрешность измерения напряжения на поверяемом источнике питания по формуле 2 и записать в соответствующую графу таблицы 5.

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

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

U_d – действительное значение напряжения, В.

9.1.9 Повторить операции поверки по п.9.1.4-9.1.8 в соответствии с таблицами 4 и 5 для других точек диапазона на поверяемом канале.

9.1.10 Повторить операции поверки по п.9.1.4-9.1.9 в соответствии с таблицами 4 и 5 для каналов CH2 и CH3. Для канала CH4 источника АКИП-1181/5 измерения проводить с использованием выходных клемм на передней панели по двухпроводной схеме.

Таблица 4

Установленное значение напряжения на источнике, В	Действительное значение напряжения, В	Абсолютная погрешность установки напряжения, В	Пределы допускаемых значений погрешности установки напряжения, В
1	2	3	4
АКИП-1181/1			
CH1, CH2			
3,000			±0,0215
15,000			±0,0275
27,000			±0,0335
CH3			
0,500			±0,02025
2,500			±0,02125
4,500			±0,02225
АКИП-1181/2 АКИП-1181/3			
CH1, CH2			
3,000			±0,0109
15,000			±0,0145
27,000			±0,0181
CH3			
0,600			±0,01018
3,000			±0,01090
5,400			±0,01162
АКИП-1181/4			
CH1, CH2			
6,000			±0,0118
30,000			±0,0190
54,000			±0,0262
CH3			
0,600			±0,01018
3,000			±0,01090
5,400			±0,01162
АКИП-1181/5			
CH1, CH2			
3,000			±0,0230
15,000			±0,0350
27,000			±0,0470

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4
CH3			
1,000			±0,0210
5,000			±0,0250
9,000			±0,0290
CH4			
0,500			±0,0205
2,500			±0,0225
4,500			±0,0245

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
				1
1	2	3	4	5
АКИП-1181/1				
CH1, CH2				
3,000				
15,000				±(0,0005 * U _д + 0,02)
27,000				
CH3				
0,500				±(0,0005 * U _д + 0,02)
2,500				
4,500				
АКИП-1181/2 АКИП-1181/3				
CH1, CH2				
3,000				±(0,0003 * U _д + 0,01)
15,000				
27,000				
CH3				
0,600				±(0,0003 * U _д + 0,01)
3,000				
5,400				
АКИП-1181/4				
CH1, CH2				
6,000				±(0,0003 * U _д + 0,01)
30,000				
54,000				
CH3				
0,600				±(0,0003 * U _д + 0,01)
3,000				
5,400				

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5
АКИП-1181/5				
CH1, CH2				
3,000				
15,000				$\pm(0,001 * U_d + 0,02)$
27,000				
CH3				
1,000				
5,000				$\pm(0,001 * U_d + 0,02)$
9,000				
CH4				
0,500				
2,500				$\pm(0,001 * U_d + 0,02)$
4,500				

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если абсолютная погрешность установки и измерения напряжения находится в пределах, приведенных в таблицах 4 и 5.

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-1302 (далее по тексту – нагрузка) методом прямых измерений в следующей последовательности:

9.2.1 Собрать измерительную схему, представленную на рисунке 1. Подключить задние клеммы CH1 канала поверяемого источника питания.

9.2.2 На источнике питания АКИП-1202/3 установить значение выходного напряжения равным номинальному значению напряжения питания поверяемого источника питания 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 питания установить значение выходного напряжения и значение силы тока, представленные в таблице 6, в соответствии с РЭ. Включить выход поверяемого источника питания.

9.2.5 На нагрузке в режиме «CC» установить значение силы тока, представленное в таблице 6, в соответствии с РЭ. Включить нагрузку.

Таблица 6

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-1181/1			
CH1, CH2			
30,000	3,000	2,700	6,0
CH3			
5,000	3,000	2,700	3,5
АКИП-1181/2			
CH1, CH2			
30,000	3,000	2,700	6,0
CH3			
6,000	5,000	4,500	3,6
АКИП-1181/3			
CH1, CH2			
30,000	6,000	5,400	6,0
CH3			
6,000	5,000	4,500	3,6
АКИП-1181/4			
CH1, CH2			
60,000	3,000	2,700	9,0
CH3			
6,000	5,000	4,500	3,6
АКИП-1181/5			
CH1, CH2			
30,000	3,000	2,700	6,0
CH3			
10,000	3,000	2,700	4,0
CH4			
5,000	1,000	0,900	3,5

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 поверяемого источника питания.

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 источника питания при токе в нагрузке, В;

U_2 – значение напряжения на выходе поверяемого источника питания при отключенном нагружке, В.

9.2.10 Повторить операции поверки по п.9.2.4-9.2.9 в соответствии с таблицей 6 для каналов CH2 и CH3. Для канала CH4 источника АКИП-1181/5 измерения проводить с использованием выходных клемм на передней панели по двухпроводной схеме.

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если значения нестабильности не превышают, указанных в таблице 6.

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 мультиметра цифрового Keithley 2002 (далее по тексту – мультиметр), нагрузки электронной АКИП-1302 (далее по тексту – нагрузка) методом прямых измерений в следующей последовательности:

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

9.3.2 На источнике АКИП-1202/3 установить значение выходного напряжения равным номинальному значению напряжения питания поверяемого источника питания 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 питания установить значение выходного напряжения и значение силы тока, представленные в таблице 6, в соответствии с РЭ. Включить выход поверяемого источника питания.

9.3.5 На нагрузке в режиме «СС» установить значение силы тока, представленное в таблице 6, 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 поверяемого источника питания.

9.3.12 Определить значение нестабильности по формулам (4) и (5):

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

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

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

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

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

9.3.13 Повторить операции поверки по п.9.3.4-9.3.12 в соответствии с таблицей 6 для каналов СН2 и СН3. Для канала СН4 источника АКИП-1181/5 измерения проводить с использованием выходных клемм на передней панели по двухпроводной схеме.

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если значения нестабильности не превышают, указанных в таблице 6.

9.4 Определение уровня пульсаций выходного напряжения

Определение уровня пульсаций выходного напряжения проводить при помощи нагрузки электронной АКИП-1302 (далее по тексту – нагрузка) и микровольтметра В3-57 (далее по тексту – микровольтметр) методом прямых измерений в следующей последовательности:

9.4.1 Собрать измерительную схему, представленную на рисунке 2. Подключение производить при помощи перехода или кабеля BNC-banana. Соединить между собой клеммы заземления приборов. Для канала CH4 поверяемого источника АКИП-1181/5 напряжение снимать с передней панели.

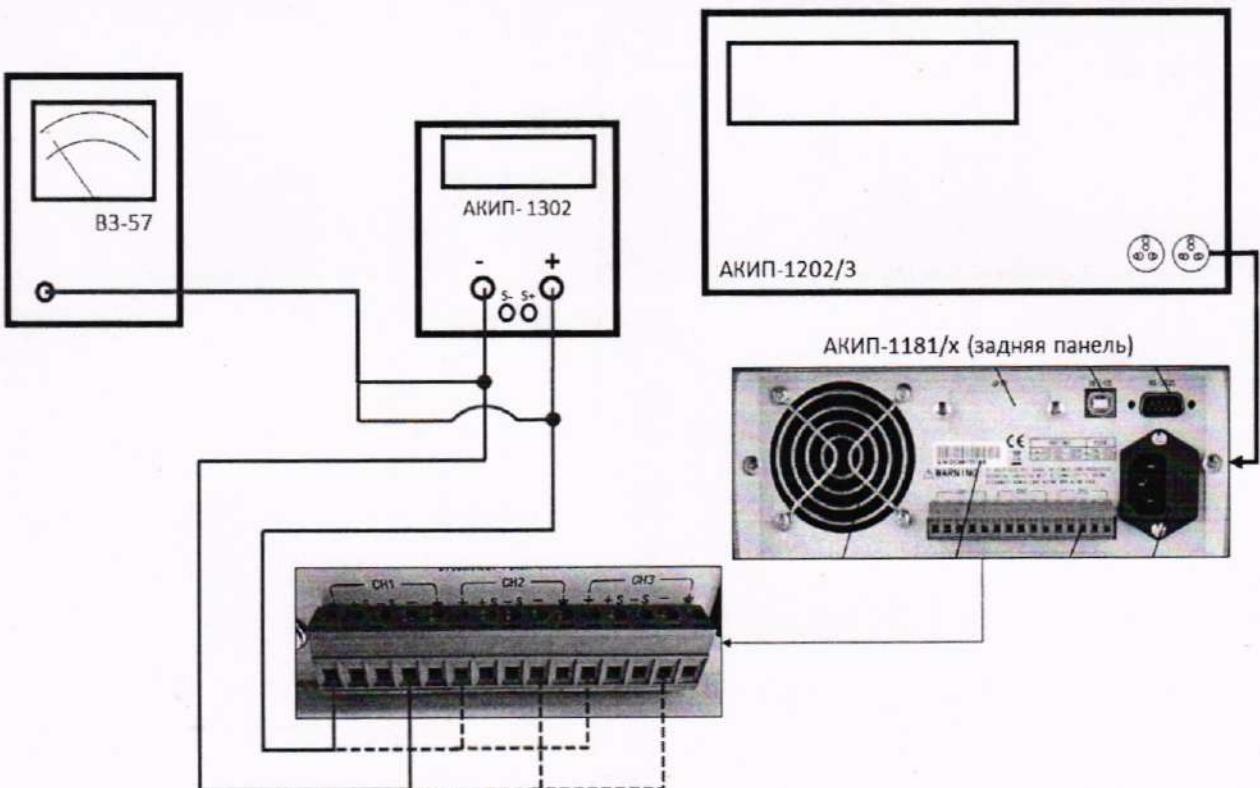


Рисунок 2

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

9.4.3 На микровольтметре В3-57 выбрать диапазон 10 мВ и установить нулевые показания в соответствии с РЭ.

9.4.4 На поверяемом источнике питания установить значение выходного напряжения и значение силы тока, представленные в таблице 6, в соответствии с РЭ. Включить выход поверяемого источника питания.

9.4.5 На нагрузке в режиме «СС» установить значение силы тока, представленное в таблице 6, 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 источника питания.

9.4.8 Повторить операции поверки по п.9.4.1-9.4.7 в соответствии с таблицей 6 для каналов CH2 и CH3. Для канала CH4 источника АКИП-1181/5 измерения проводить с использованием выходных клемм на передней панели по двухпроводной схеме.

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если значение уровня пульсаций не превышают 4 мВ (для CH1 и CH2), 5 мВ (для CH3) и 4 мВ (для CH4 АКИП-1181/5).

9.5 Определение абсолютной погрешности установки и измерения силы постоянного тока

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

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

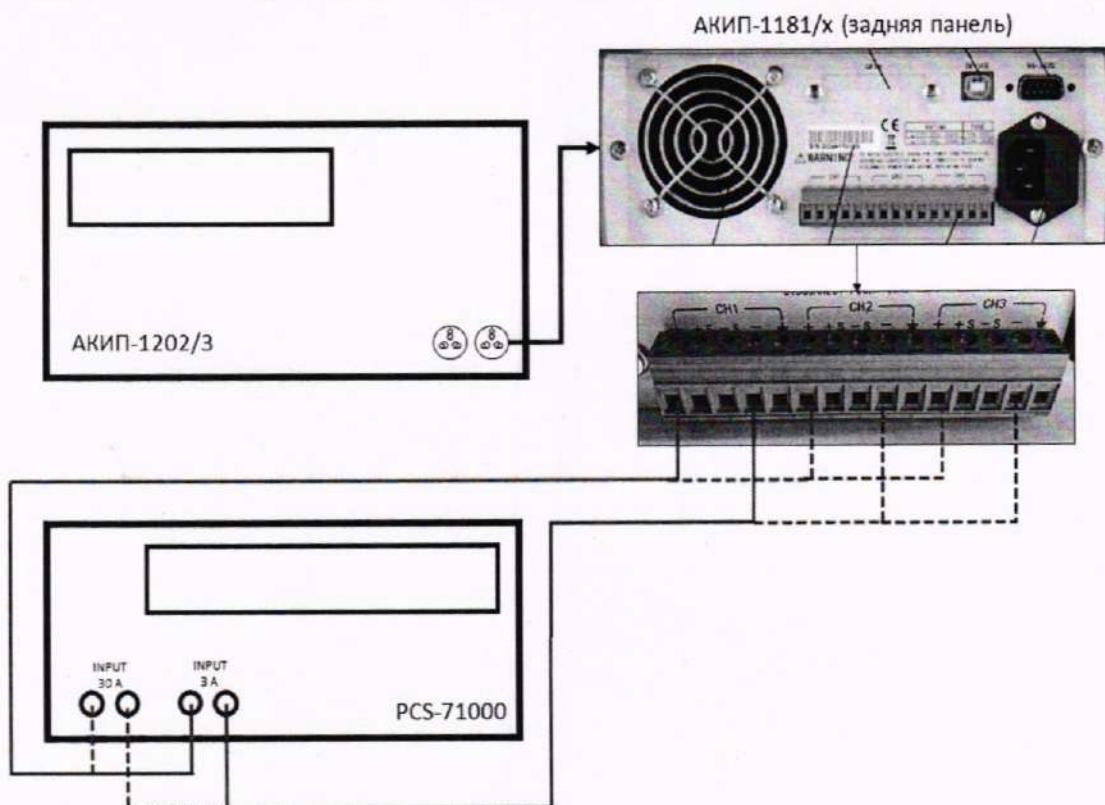


Рисунок 3

9.5.2 На источнике питания АКИП-1202/3 установить значение выходного напряжения равным номинальному значениюю напряжения питания поверяемого источника питания 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 питания установить значение силы выходного тока соответствующее 10 % от верхней границы диапазона, в соответствии с РЭ.

Значение напряжения установить равным максимально допустимому значениюю с учетом ограничения по мощности поверяемого источника питания. Включить выход поверяемого источника питания.

9.5.5 Зафиксировать измеренное шунтом значение и записать в графу «Действительное значение силы тока, А» таблиц 7 и 8.

9.5.6 Зафиксировать измеренное значение поверяемым источником питания и записать в графу «Измеренное значение, А» таблицы 8.

9.5.7 Рассчитать абсолютную погрешность установки силы тока на поверяемом источнике питания по формуле 6 и записать в соответствующую графу таблицы 7.

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

$I_{\text{уст}}$ – установленное значение силы тока на поверяемом источнике питания, А;
 I_d – действительное значение силы тока, А.

9.5.8 Рассчитать абсолютную погрешность измерения силы тока на поверяемом источнике питания по формуле 7 и записать в соответствующую графу таблицы 8.

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

$I_{\text{изм}}$ – измеренное значение силы тока на поверяемом источнике питания, А;
 I_d – действительное значение силы тока, А.

9.5.9 Повторить операции поверки по п.9.5.4-9.5.8 в соответствии с таблицами 7 и 8 для других точек диапазона на поверяемом канале.

9.5.10 Повторить операции поверки по п.9.5.4-9.5.9 в соответствии с таблицами 7 и 8 для каналов CH2 и CH3. Для канала CH4 источника АКИП-1181/5 измерения проводить с использованием выходных клемм на передней панели.

Таблица 7

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
1	2	3	4
АКИП-1181/1			
CH1, CH2, CH3			
0,300			±0,0056
1,500			±0,0080
2,700			±0,0104
АКИП-1181/2			
CH1, CH2			
0,300			±0,0053
1,500			±0,0065
2,700			±0,0077
CH3			
0,500			±0,0085
2,500			±0,0105
4,500			±0,0125
АКИП-1181/3			
CH1, CH2			
0,600			±0,0086
3,000 ¹			±0,0110
5,400			±0,0134
CH3			
0,500			±0,0085
2,500			±0,0105
4,500			±0,0125
АКИП-1181/4			
CH1, CH2			
0,300			±0,0053
1,500			±0,0065
2,700			±0,0107
CH3			
0,500			±0,0085
2,500			±0,0105
4,500			±0,0125

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4
АКИП-1181/5			
CH1, CH2, CH3			
0,300			±0,0056
1,500			±0,0080
2,700			±0,0104
CH4			
0,100			±0,0052
0,500			±0,0060
0,900			±0,0068

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

Таблица 8

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
1	2	3	4	5
АКИП-1181/1				
CH1, CH2, CH3				
0,300				±(0,002 * I _d + 0,005)
1,500				
2,700				
АКИП-1181/2				
CH1, CH2				
0,300				±(0,001 * I _d + 0,005)
1,500				
2,700				
CH3				
0,500				±(0,001 * I _d + 0,008)
2,500				
4,500				
АКИП-1181/3				
CH1, CH2				
0,600				±(0,001 * I _d + 0,008)
3,000 ¹				
5,400				
CH3				
0,500				±(0,001 * I _d + 0,008)
2,500				
4,500				

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4	5
АКИП-1181/4				
CH1, CH2				
0,300				
1,500				
2,700				
CH3				
0,500				
2,500				
4,500				
АКИП-1181/5				
CH1, CH2, CH3				
0,300				
1,500				
2,700				
CH4				
0,100				
0,500				
0,900				

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 и измерения силы тока находится в пределах, приведенных в таблицах 7 и 8.

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-71000A (далее по тексту – шунт), нагрузки электронной АКИП-1302 (далее по тексту – нагрузка) методом прямых измерений в следующей последовательности:

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

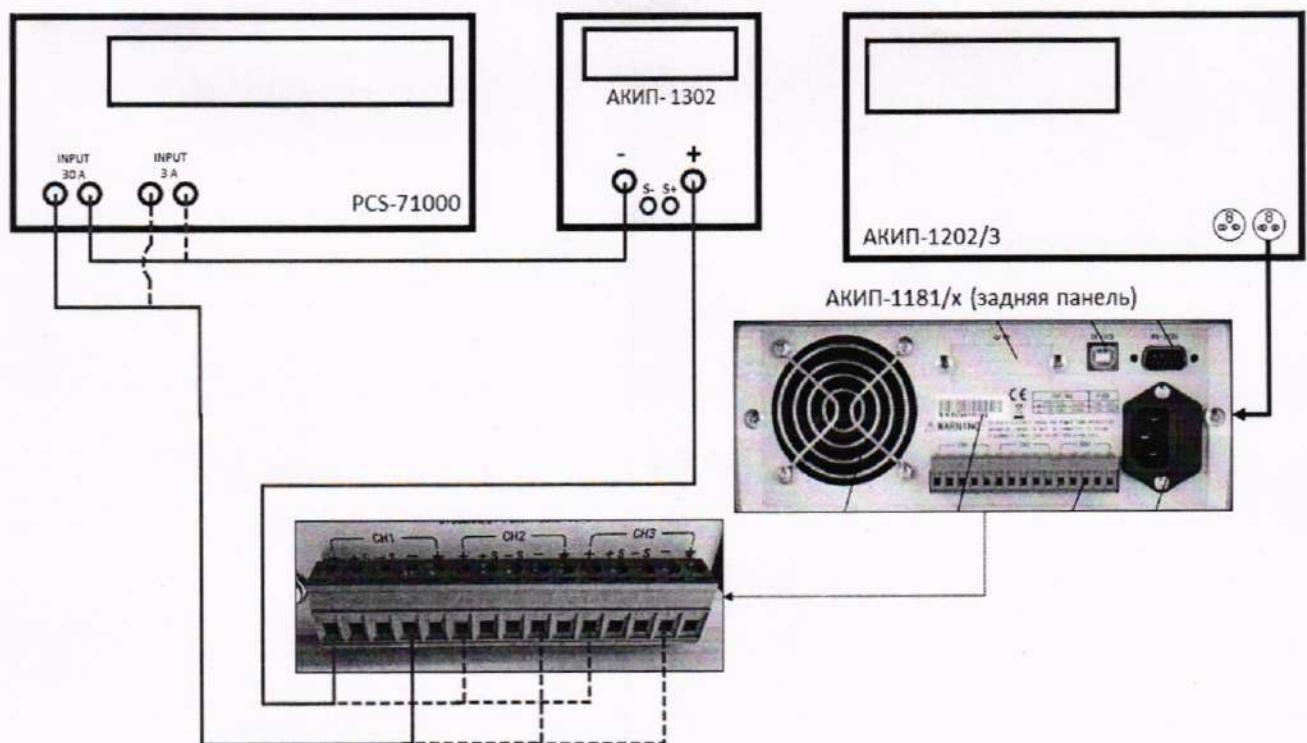


Рисунок 4

9.6.2 На источнике АКИП-1202/3 установить значение выходного напряжения равным номинальному значению напряжения питания поверяемого источника питания 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 питания установить в соответствии с РЭ значение силы выходного тока и напряжения, представленные в таблице 9. Включить выход поверяемого источника питания.

9.6.5 На нагрузке в режиме «CV» установить значение напряжения $0,9 \cdot U_{max}$, представленное в таблице 9, 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 9

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
1	2	3	4
АКИП-1181/1			
CH1, CH2			
30,000	3,000	27,000/3,000	6,0
CH3			
5,000	3,000	4,500/0,500	6,0
АКИП-1181/2			
CH1, CH2			
30,000	3,000	27,000/3,000	3,3
CH3			
6,000	5,000	5,400/0,600	3,5

Продолжение таблицы 9

1	2	3	4
АКИП-1181/3			
CH1, CH2			
30,000	6,000	27,000/3,000	3,6
CH3			
6,000	5,000	5,400/0,600	3,5
АКИП-1181/4			
CH1, CH2			
60,000	3,000	54,000/6,000	3,3
CH3			
6,000	5,000	5,400/0,600	3,5
АКИП-1181/5			
CH1, CH2			
30,000	3,000	27,000/3,000	3,3
CH3			
10,000	3,000	9,000/1,000	3,3
CH4			
5,000	1,000	4,500/0,500	3,1

9.6.7 На нагрузке в режиме «CV» установить значение напряжения $0,1 \cdot U_{max}$, представленное в таблице 9, 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 (7):

$$\Delta I = |I_1 - I_2| \quad , \quad (7)$$

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

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

9.6.10 Повторить операции поверки по п.9.6.4-9.6.9 в соответствии с таблицей 9 для каналов CH2 и CH3. Для канала CH4 источника АКИП-1181/5 измерения проводить с использованием выходных клемм на передней панели.

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если значения нестабильности не превышают, указанных в таблице 9.

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-71000A (далее по тексту – шунт) методом прямых измерений в следующей последовательности:

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

9.7.2 На источнике питания АКИП-1202/3 установить значение выходного напряжения равным номинальному значению напряжения питания поверяемого источника питания 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 питания установить в соответствии с РЭ значение силы выходного тока и напряжения, представленные в таблице 9. Включить выход поверяемого источника питания.

9.7.5 На нагрузке в режиме «CV» установить значение напряжения $0,9 \cdot U_{max}$, представленное в таблице 9, 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 (8) и (9):

$$\Delta I = |I_0 - I_1| , \quad (8)$$

$$\Delta I = |I_0 - I_2| , \quad (9)$$

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

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

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

9.7.13 Повторить операции поверки по п.9.7.4-9.7.12 в соответствии с таблицей 9 для каналов СН2 и СН3. Для канала СН4 источника АКИП-1181/5 измерения проводить с использованием выходных клемм на передней панели.

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если значения нестабильности не превышают, указанных в таблице 9.

10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

10.1 Результаты поверки подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений,ключенными 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»

Ведущий инженер по метрологии
отдела испытаний АО «ПриСТ»

Котельник
Буренков

О. В. Котельник

Ю. А. Буренков

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Метрологические требования подтверждаемые в результате поверки

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

Модификация	Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки/измерения напряжения, В		
	Каналы 1, 2, 3		Канал 4
АКИП-1181/1	$\pm(0,0005 \cdot U + 0,020)$		–
АКИП-1181/2	$\pm(0,0003 \cdot U + 0,010)$		–
АКИП-1181/3	$\pm(0,0003 \cdot U + 0,010)$		–
АКИП-1181/4	$\pm(0,0003 \cdot U + 0,010)$		–
АКИП-1181/5	$\pm(0,001 \cdot U + 0,020)$		$\pm(0,001 \cdot U + 0,020)$

Примечания:

U – значение напряжения постоянного тока, установленное/измеренное на источнике, В

Таблица 2А – Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности установки/измерения тока

Модификация	Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки/измерения тока, В		
	Каналы 1, 2	Канал 3	Канал 4
АКИП-1181/1	$\pm(0,002 \cdot I + 0,005)$	$\pm(0,002 \cdot I + 0,005)$	–
АКИП-1181/2	$\pm(0,001 \cdot I + 0,005)$	$\pm(0,001 \cdot I + 0,008)$	–
АКИП-1181/3	$\pm(0,001 \cdot I + 0,008)$	$\pm(0,001 \cdot I + 0,008)$	–
АКИП-1181/4	$\pm(0,001 \cdot I + 0,005)$	$\pm(0,001 \cdot I + 0,008)$	–
АКИП-1181/5	$\pm(0,002 \cdot I + 0,005)$	$\pm(0,002 \cdot I + 0,005)$	$\pm(0,002 \cdot I + 0,005)$

Примечания:

I – значение постоянного тока, установленное/измеренное на источнике, В

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

Модификация	Нестабильность напряжения при изменении силы тока нагрузки, В	
	Каналы 1, 2, 3	Канал 4
АКИП-1181/1		–
АКИП-1181/2		–
АКИП-1181/3	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,003)$	–
АКИП-1181/4		–
АКИП-1181/5		$\pm(0,0001 \cdot U + 0,003)$

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	
	Каналы 1, 2, 3	Канал 4
АКИП-1181/1		–
АКИП-1181/2		–
АКИП-1181/3	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,003)$	–
АКИП-1181/4		–
АКИП-1181/5		$\pm(0,0001 \cdot U + 0,003)$

Примечания:

U – значение напряжения постоянного тока, установленное на источнике, В

Таблица 5А – Значения уровня пульсаций выходного напряжения

Модификация	Уровень пульсаций выходного напряжения, мВ _{скз} , не более		
	Каналы 1, 2	Канал 3	Канал 4
АКИП-1181/1	4	5	–
АКИП-1181/2			–
АКИП-1181/3			–
АКИП-1181/4			–
АКИП-1181/5			4

Таблица 6А – Пределы допускаемых значений нестабильности силы выходного тока при изменении напряжения на нагрузке

Модификация	Нестабильность силы тока при изменении напряжения на нагрузке, А	
	Каналы 1, 2, 3	Канал 4
АКИП-1181/1	$\pm(0,001 \cdot I + 0,003)$	–
АКИП-1181/2	$\pm(0,0001 \cdot I + 0,003)$	–
АКИП-1181/3		–
АКИП-1181/4		–
АКИП-1181/5		$\pm(0,0001 \cdot I + 0,003)$

Примечания:
I – значение силы постоянного тока, установленное на источнике, А

Таблица 7А – Пределы допускаемых значений нестабильности силы выходного тока при изменении напряжения питания

Модификация	Нестабильность силы тока при изменении напряжения питания, А	
	Каналы 1, 2, 3	Канал 4
АКИП-1181/1	$\pm(0,001 \cdot I + 0,003)$	–
АКИП-1181/2	$\pm(0,0001 \cdot I + 0,003)$	–
АКИП-1181/3		–
АКИП-1181/4		–
АКИП-1181/5		$\pm(0,0001 \cdot I + 0,003)$

Примечания:
I – значение силы постоянного тока, установленное на источнике, А