

СОГЛАСОВАНО
Главный метролог
АО «ПриСТ»

А.Н. Новиков



"ПриСТ" 29 января 2025 г.

«ГСИ. Источники питания постоянного тока АКИП-1112, АКИП-1113, АКИП-1114,
АКИП-1115, АКИП-1116, АКИП-1117, АКИП-1118, АКИП-1119, АКИП-1120,
АКИП-1121, АКИП-1122, АКИП-1123, АКИП-1124, АКИП-1125, АКИП-1157/1,
АКИП-1157/2, АКИП-1157/3, АКИП-1157/4.

Методика поверки»

ПР-40-2018МП

с изменением №1

Москва
2025

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика распространяется на Источники питания постоянного тока АКИП-1112, АКИП-1113, АКИП-1114, АКИП-1115, АКИП-1116, АКИП-1117, АКИП-1118, АКИП-1119, АКИП-1120, АКИП-1121, АКИП-1122, АКИП-1123, АКИП-1124, АКИП-1125, АКИП-1157/1, АКИП-1157/2, АКИП-1157/3, АКИП-1157/4 (далее – 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 по пунктам 9.1 – 9.9 применяется метод прямых измерений.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Таблица 1

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики
	первичной поверке	периодической поверке	
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	Да	Да	Раздел 8
4. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям			Раздел 9
5 Определение абсолютной погрешности воспроизведения выходного напряжения постоянного тока	Да	Да	9.1
6 Определение нестабильности выходного напряжения постоянного тока при изменении напряжения питания от $1,1 \cdot U_{пит}$ до $0,9 \cdot U_{пит}$	Да	Да	9.2
7 Определение нестабильности выходного напряжения постоянного тока на выходе при изменении силы тока нагрузки	Да	Да	9.3
8 Определение уровня пульсаций выходного напряжения постоянного тока	Да	Да	9.4
9 Определение абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока	Да	Да	9.5
10 Определение нестабильности силы постоянного тока при изменении напряжения питания от $1,1 \cdot U_{пит}$ до $0,9 \cdot U_{пит}$	Да	Да	9.6

Продолжение таблицы 1

11 Определение нестабильности силы постоянного тока при изменении напряжения на нагрузке	Да	Да	9.7
12 Определение уровня пульсаций силы постоянного тока на выходе	Да	Да	9.8
13 Определение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока встроенного вольтметра (для АКИП-1112, АКИП-1113, АКИП-1114, АКИП-1157/1, АКИП-1157/2, АКИП-1157/3, АКИП-1157/4)	Да	Да	9.9
14 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 +15 °C до +25 °C;
- относительная влажность от 20 % до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 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
п. 7.1	Средства измерений температуры окружающей среды от +10 до +30 °C с абсолютной погрешностью не более ± 1 °C; Средства измерений относительной влажности окружающего воздуха от 30 до 80 % с абсолютной погрешностью ± 3 %	Термогигрометр Fluke 1620A (рег. № 36331-07)
	Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 86 до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью ± 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 2 %. Средства измерений частоты от 45 до 60 Гц. Пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты 1 %.	Прибор измерительный универсальный параметров электрической сети DMG 800 (рег. № 49072-12)

Продолжение таблицы 2

1	2	3
9.1 – 9.3, 9.9	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 электродвигущей силы утвержденной приказом Росстандарта от 28.07.2023 № 1520, в диапазоне значений напряжения постоянного тока от 1 до 1000 В.	Вольтметр универсальный В7-78/1 рег. № 52147-12 Калибратор многофункциональный Fluke 5522A рег. № 51160-12
9.5 – 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 № 2091, в диапазоне значений силы постоянного тока от 0,1 до 10 А.	Шунт токовый PCS-71000A, рег. № 68945-17
9.2, 9.6	Диапазон воспроизведения напряжения переменного тока от 0 до 310 В с частотой 50 / 60 Гц. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности установки и измерения напряжения $\pm(0,005 \cdot U_{изм} + 0,2)$ В.	Источник питания APS-77100 рег. № 63133-16
9.4	Пределы допускаемой относительной погрешности измерения напряжения $\pm 3 \%$	Осциллограф цифровой запоминающий WaveRunner 62Xi-A рег. № 40909-09
9.8	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 $\pm 4 \%$.	Микровольтметр В3-57, рег. № 7657-80
9.1 – 9.8	Вспомогательное оборудование: Нагрузка электронная АКИП-1343. Максимальное напряжение 600 В, максимальный ток 40 А. Нагрузка электронная АКИП-1342. Максимальное напряжение 60 В, максимальный ток 1000 А.	
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, требования правил по охране труда при эксплуатации электроустановок, утвержденных приказом Минтруда России от 15 декабря 2020 года N 903н.

5.2 Средства поверки, вспомогательные средства поверки и оборудование должны соответствовать требованиям безопасности, изложенным в руководствах по их эксплуатации.

5.3 Поверитель должен пройти инструктаж по технике безопасности и иметь действующее удостоверение на право работы в электроустановках с напряжением до 1000 В с квалификационной группой по электробезопасности не ниже III.

6. ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

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

- не должно быть механических повреждений корпуса. Все надписи должны быть четкими и ясными;
- все разъемы, клеммы и измерительные провода не должны иметь повреждений и должны быть чистыми.

6.2 При наличии дефектов поверяемый прибор бракуется и подлежит ремонту.

7. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- средства поверки и поверяемый прибор должны быть подготовлены к работе согласно руководствам по эксплуатации;
- должен быть выполнен контроль условий проведения поверки (раздел 3);
- должен быть выполнен контроль условий по обеспечению безопасности проведения поверки (раздел 5).

7.2 Опробование осциллографов-мультиметров проводят путем проверки функционирования в соответствии с руководством по эксплуатации.

При отрицательном результате опробования прибор бракуется и направляется в ремонт.

8. ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Проверка идентификационных данных программного обеспечения источников питания осуществляется путем вывода на дисплей прибора информации о версии программного обеспечения. Вывод системной информации осуществляется по процедуре, описанной в руководстве по эксплуатации.

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

Таблица 3 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	нет данных
Номер версии (идентификационный номер ПО)	не ниже 1.04

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

Периодическая поверка источников, 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, не допускается.

9.1 Определение абсолютной погрешности воспроизведения выходного напряжения постоянного тока

Разъемы поверяемого источника питания соединить при помощи измерительных проводов с соответствующими разъемами вольтметра универсального В7-78/1 согласно руководству по эксплуатации.

Определение погрешности проводить в следующем порядке:

9.1.1 На источнике питания APS-77100 установить напряжение 220 В, контролируя его при помощи встроенного вольтметра.

9.1.2 Перевести вольтметр универсальный В7-78/1 в режим измерения напряжения постоянного тока.

9.1.3 Регулятором выходного напряжения поверяемого источника установить выходное напряжение, соответствующее 10 – 15 % от конечного значения диапазона измерений.

9.1.4 Произвести измерение выходного напряжения источника, фиксируя показания вольтметра универсального В7-78/1.

9.1.5 Провести измерения по п. п. 9.1.3 – 9.1.4 устанавливая на поверяемом источнике выходное напряжение, соответствующее 20 – 30 %, 40 – 60 %, 70 – 80 % и 90 – 100 % от конечного значения диапазона измерений.

9.1.6 Определить абсолютную погрешность воспроизведения выходного напряжения по формуле (1):

$$\Delta U = U_x - U_0 \quad (1)$$

где U_x – значение напряжения на выходе источника по встроенному индикатору, В;

U_0 – значение напряжения, измеренное вольтметром универсальным В7-78/1, В.

Результаты операции поверки считать положительными, если во всех поверяемых точках значения погрешностей не превышают допускаемых пределов, указанных в таблице 4.

Таблица 4 – Пределы диапазона и абсолютной погрешности воспроизведения напряжения

Наименование характеристики	Значение						
	АКИП-1112	АКИП-1113	АКИП-1114	АКИП-1115	АКИП-1116	АКИП-1117	АКИП-1118
Диапазон воспроизведения выходного напряжения постоянного тока, В	от 0 до 20	от 0 до 32	от 0 до 72	от 0 до 5,2	от 0 до 20	от 0 до 30	от 0 до 60
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения выходного напряжения постоянного тока, мВ	$\pm(0,0002 \cdot U_{\text{вых}} + 3)$	$\pm(0,0002 \cdot U_{\text{вых}} + 5)$	$\pm(0,0002 \cdot U_{\text{вых}} + 1,5)$	$\pm(0,0002 \cdot U_{\text{вых}} + 3)$	$\pm(0,0002 \cdot U_{\text{вых}} + 6)$		
Наименование характеристики	АКИП 1119	АКИП 1120	АКИП 1121	АКИП 1122	АКИП 1123	АКИП 1124	АКИП 1125
Диапазон воспроизведения выходного напряжения постоянного тока, В	от 0 до 18	от 0 до 32	от 0 до 72	от 0 до 18	от 0 до 32	от 0 до 72	от 0 до 150
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения выходного напряжения постоянного тока, мВ от 0 до 20 В включ.	$\pm(0,0005 \cdot U_{\text{вых}} + 15)$	$\pm(0,0005 \cdot U_{\text{вых}} + 20)$	$\pm(0,0005 \cdot U_{\text{вых}} + 15)$	$\pm(0,0005 \cdot U_{\text{вых}} + 20)$	$\pm(0,0005 \cdot U_{\text{вых}} + 15)$	$\pm(0,0005 \cdot U_{\text{вых}} + 20)$	$\pm(0,001 \cdot U_{\text{вых}} + 38)$
св. 20 В	$\pm(0,0005 \cdot U_{\text{вых}} + 120)$	$\pm(0,0005 \cdot U_{\text{вых}} + 20)$		$\pm(0,0005 \cdot U_{\text{вых}} + 120)$		$\pm(0,001 \cdot U_{\text{вых}} + 120)$	

Продолжение таблицы 4

Наименование характеристики	Значение			
	АКИП-1157/1	АКИП-1157/2	АКИП-1157/3	АКИП-1157/4
Диапазон воспроизведения выходного напряжения постоянного тока, В	от 0 до 30	от 0 до 60	от 0 до 20	от 0 до 60
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения выходного напряжения постоянного тока ¹⁾ , мВ	$\pm(0,0002 \cdot U_{\text{вых}} + 6)$	$\pm(0,0002 \cdot U_{\text{вых}} + 2)$	$\pm(0,0002 \cdot U_{\text{вых}} + 5)$	$\pm(0,0002 \cdot U_{\text{вых}} + 3)$
Примечание	$U_{\text{вых}}$ – значение напряжения на выходе источника питания по встроенному индикатору, мВ			

9.2 Определение нестабильности выходного напряжения постоянного тока при изменении напряжения питания от $1,1 \cdot U_{\text{пит}}$ до $0,9 \cdot U_{\text{пит}}$

Определение нестабильности выходного напряжения постоянного тока при изменении напряжения питания проводить на выходе источников в следующем порядке:

9.2.1 Подключить вход сетевого питания поверяемого прибора к выходу источника питания APS-77100.

9.2.2 Разъемы поверяемого источника питания соединить при помощи измерительных проводов с соответствующими разъемами нагрузки электронной и вольтметра универсального В7-78/1, согласно руководству по эксплуатации.

9.2.3 Собрать схему, представленную на рисунке 1. С целью исключения дополнительной погрешности измерения выходного напряжения (падения напряжения на контактах подключения, вызванного током нагрузки), для модификаций источников питания АКИП-1112, АКИП-1113, АКИП-1114, АКИП-1115, АКИП-1116, АКИП-1117, АКИП-1118, АКИП-1157/1, АКИП-1157/2, АКИП-1157/3, АКИП-1157/4, необходимо подключать вольтметр универсальный В7-78/1 и нагрузку к выходным клеммам источника питания и цепям обратной связи, расположенным на задней панели, как показано на рисунке 2.

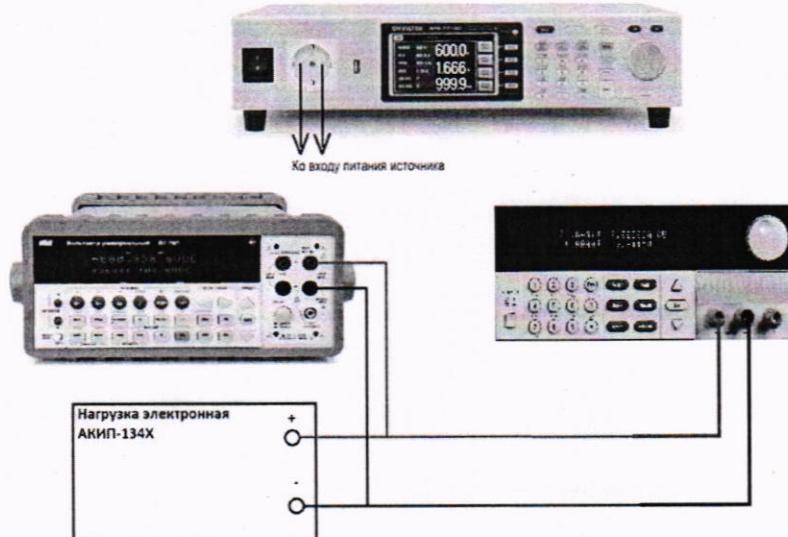


Рисунок 1 – Схема соединения приборов для определения основных метрологических характеристик источников питания в режиме стабилизации напряжения

9.2.4 На источнике питания APS-77100 установить напряжение 220 В, контролируя его при помощи встроенного вольтметра.

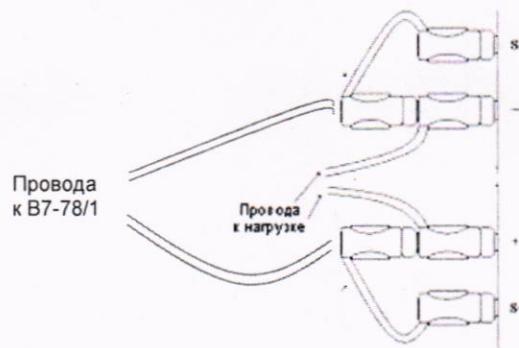


Рисунок 2 – Схема подключения нагрузки и вольтметра универсального В7-78/1 при определении нестабильности выходного напряжения для модификаций источников питания АКИП-1112, АКИП-1113, АКИП-1114, АКИП-1115, АКИП-1116, АКИП-1117, АКИП-1118, АКИП-1157/1, АКИП-1157/2, АКИП-1157/3, АКИП-1157/4

9.2.5 Органами управления поверяемого источника установить максимальные значение напряжения и силы тока на выходе.

9.2.6 На электронной нагрузке установить режим стабилизации силы тока «СС», значение тока потребления установить равным 90 % значения силы тока, установленного на выходе поверяемого источника.

9.2.7 По показаниям вольтметра зафиксировать значения напряжения на выходе источника при номинальном значении напряжения питания 220 В.

9.2.8 На источнике питания APS-77100 плавно изменить напряжение питания до 242 В.

9.2.9 Измерения нестабильности выходного напряжения производить через 1 мин после установки напряжения питания по изменению показаний вольтметра универсального В7-78/1 относительно показаний при номинальном напряжении питания $U_{\text{ном}}=220$ В.

9.2.10 Провести измерения по п. 9.2.9 при напряжении питания равном 198 В.

Результаты операции поверки считать положительными, если полученные значения нестабильности выходного напряжения не превышают значений, указанных в таблице 5.

Таблица 5 – Нестабильность выходного напряжения при изменении напряжения питания

Наименование характеристики	Значение						
	АКИП-1112	АКИП-1113	АКИП-1114	АКИП-1115	АКИП-1116	АКИП-1117	АКИП-1118
Нестабильность выходного напряжения постоянного тока при изменении напряжения питания от $1,1 \cdot U_{\text{пит}}$ до $0,9 \cdot U_{\text{пит}}$, мВ	$\pm(0,0001 \cdot U_{\text{вых}} + 1)$	$\pm(0,0001 \cdot U_{\text{вых}} + 2)$	$\pm(0,0002 \cdot U_{\text{вых}} + 0,1)$			$\pm(0,0002 \cdot U_{\text{вых}} + 1)$	
Наименование характеристики	Значение характеристики						
	АКИП-1119	АКИП-1120	АКИП-1121	АКИП-1122	АКИП-1123	АКИП-1124	АКИП-1125
Нестабильность выходного напряжения постоянного тока при изменении напряжения питания от $1,1 \cdot U_{\text{пит}}$ до $0,9 \cdot U_{\text{пит}}$, мВ				$\pm(0,0001 \cdot U_{\text{вых}} + 3)$			

Продолжение таблицы 5

Наименование характеристики	Значение			
	АКИП-1157/1	АКИП-1157/2	АКИП-1157/3	АКИП-1157/4
Нестабильность выходного напряжения постоянного тока при изменении напряжения питания от $1,1 \cdot U_{\text{пит}}$ до $0,9 \cdot U_{\text{пит}}$, мВ	$\pm(0,0002 \cdot U_{\text{вых}} + 2)$	$\pm(0,0001 \cdot U_{\text{вых}} + 2)$	$\pm(0,0001 \cdot U_{\text{вых}} + 1)$	
Примечание $U_{\text{вых}}$ – значение напряжения на выходе источника питания по встроенному индикатору, мВ				

9.3 Определение нестабильности выходного напряжения постоянного тока при изменении силы тока нагрузки

Определение нестабильности выходного напряжения постоянного тока при изменении силы тока нагрузки проводить на основном выходе источников в следующем порядке:

9.3.1 Разъемы поверяемого источника питания соединить при помощи измерительных проводов с соответствующими разъемами нагрузки электронной и вольтметра универсального В7-78/1 согласно руководству по эксплуатации по схеме, приведенной на рисунке 1. С целью исключения дополнительной погрешности измерения выходного напряжения (падения напряжения на контактах подключения, вызванного током нагрузки), для модификаций источников питания АКИП-1112, АКИП-1113, АКИП-1114, АКИП-1115, АКИП-1116, АКИП-1117, АКИП-1118, АКИП-1157/1, АКИП-1157/2, АКИП-1157/3, АКИП-1157/4, необходимо подключать вольтметр универсальный В7-78/1 и нагрузку к выходным клеммам источника питания и цепям обратной связи, расположенным на задней панели, как показано на рисунке 2.

9.3.2 На источнике питания APS-77100 установить напряжение 220 В, контролируя его при помощи встроенного вольтметра.

9.3.3 Органами управления поверяемого источника установить максимальные значение напряжения и силы тока на выходе.

9.3.4 На электронной нагрузке установить режим стабилизации силы тока «СС», значение тока потребления установить равным 90 % значения силы тока, установленного на выходе поверяемого источника.

9.3.5 По показаниям вольтметра универсального В7-78/1 зафиксировать значения напряжения на выходе источника.

9.3.6 Отключить нагрузку от источника питания.

9.3.7 Зафиксировать значения напряжения на выходе источника через 1 мин после отключения нагрузки.

9.3.8 Определить нестабильность выходного напряжения постоянного тока при изменении тока нагрузки по формуле (2):

$$\Delta U = U_2 - U_1 \quad (2)$$

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

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

Результаты операции поверки считать положительными, если полученные значения нестабильности не превышают значений, указанных в таблице 6.

Таблица 6 – Нестабильность выходного напряжения при изменении силы тока в нагрузке

Наименование характеристики	Значение							
	АКИП-1112	АКИП-1113	АКИП-1114	АКИП-1115	АКИП-1116	АКИП-1117	АКИП-1118	
Нестабильность выходного напряжения постоянного тока при изменении силы тока нагрузки от I_{\max} до 0, мВ	$\pm(0,0001 \cdot U_{\text{вых}} + 2)$			$\pm(0,0001 \cdot U_{\text{вых}} + 0,5)$	$\pm(0,0001 \cdot U_{\text{вых}} + 1)$			
Наименование характеристики	Значение							
	АКИП-1119	АКИП-1120	АКИП-1121	АКИП-1122	АКИП-1123	АКИП-1124	АКИП-1125	
Нестабильность выходного напряжения постоянного тока при изменении силы тока нагрузки от I_{\max} до 0, мВ от 0 до 3 А включ. св 3 А					$\pm(0,0001 \cdot U_{\text{вых}} + 3)$	$\pm(0,0002 \cdot U_{\text{вых}} + 5)$		
Наименование характеристики	Значение							
	АКИП-1157/1	АКИП-1157/2	АКИП-1157/3	АКИП-1157/4				
Нестабильность выходного напряжения постоянного тока при изменении силы тока нагрузки от I_{\max} до 0, мВ	$\pm(0,0001 \cdot U_{\text{вых}} + 10)$			$\pm(0,0001 \cdot U_{\text{вых}} + 2)$				
Примечание $U_{\text{вых}}$ – значение напряжения на выходе источника питания по встроенному индикатору, мВ								

9.4 Определение уровня пульсаций выходного напряжения

Определение пульсаций выходного напряжения источника проводить на выходе источника питания при помощи осциллографа цифрового запоминающего в следующем порядке:

9.4.1 Подключить выход поверяемого источника ко входу осциллографа при помощи измерительного кабеля с разъемами «BNC» - штекер. Вид кабеля приведен на рисунке 3.

9.4.2 На осциллографе установить связь по переменному току, сопротивление входа 1 МОм, ограничение полосы пропускания 20 МГц, коэффициент развертки 50 мкс/дел, включить измерение напряжения от пика до пика, включить статистику измерений.



Рисунок 3 – Измерительный кабель для определения уровня пульсаций

9.4.3 На поверяемом источнике установить максимальное выходное напряжение. Коэффициент отклонения на осциллографе установить таким, при котором отчетливо наблюдаются пульсации. Провести измерение пульсаций по автоматическим измерениям осциллографа. За результат измерения принимать среднее значение измеренного размаха сигнала.

Результаты операции поверки считать положительными, если уровень пульсаций выходного напряжения не превышает значений, указанных в таблице 7.

Таблица 7 - Уровень пульсаций выходного напряжения постоянного тока

Наименование характеристики	Значение						
	АКИП-1112	АКИП-1113	АКИП-1114	АКИП-1115	АКИП-1116	АКИП-1117	АКИП-1118
Уровень пульсаций выходного напряжения постоянного тока (от пика до пика), мВ, не более в диапазоне частот от 20 Гц до 20 МГц	3	4	5		4		5
Наименование характеристики	Значение						
	АКИП-1119	АКИП-1120	АКИП-1121	АКИП-1122	АКИП-1123	АКИП-1124	АКИП-1125
Уровень пульсаций выходного напряжения постоянного тока (от пика до пика), мВ, не более в диапазоне частот от 20 Гц до 20 МГц		3	4		3	4	7
Наименование характеристики	Значение						
	АКИП-1157/1	АКИП-1157/2	АКИП-1157/3	АКИП-1157/4			
Уровень пульсаций выходного напряжения постоянного тока (от пика до пика), мВ, не более в диапазоне частот от 20 Гц до 20 МГц		5	4	5			4
Примечание $U_{\text{вых}}$ – значение напряжения на выходе источника питания по встроенному индикатору, мВ							

9.5 Определение абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока

Определение диапазонов и абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока производить методом прямого измерения по встроенному амперметру шунта токового PCS-71000.

Определение погрешности проводить в следующем порядке:

9.5.1 Разъемы поверяемого источника питания соединить при помощи измерительных проводов с соответствующими разъемами нагрузки электронной, шунта токового PCS-71000 по схеме на рисунке 4.

9.5.2 Подключение поверяемого прибора к шунту PCS-71000 производить согласно руководству по эксплуатации на прибор. Выбор предела измерения на шунте осуществлять исходя из максимального значения силы тока на выходе источника питания. Предел измерения силы тока шунта должен быть больше установленного значения силы тока на источнике питания.

9.5.3 На электронной нагрузке установить режим стабилизации силы тока «СС», значение тока потребления установить больше значения силы тока, установленного на выходе поверяемого источника.

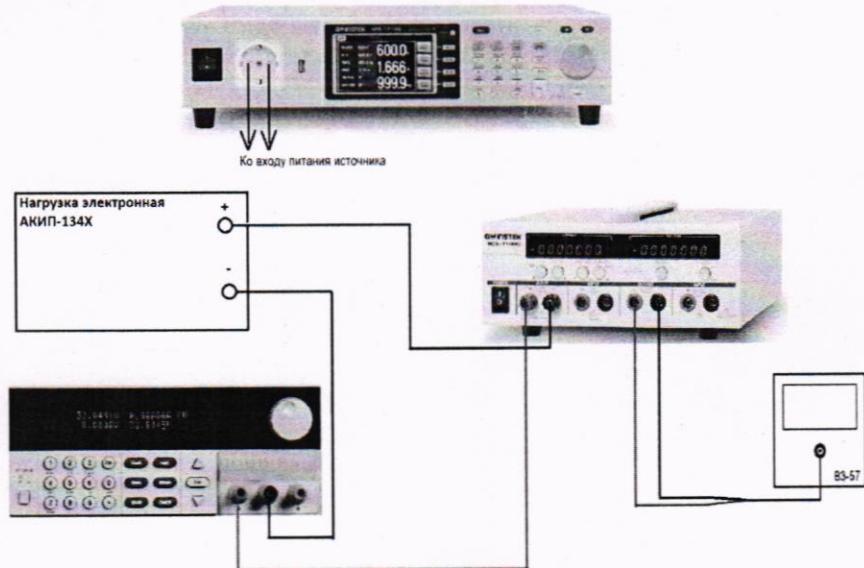


Рисунок 4 – Схема соединения приборов для определения основных метрологических характеристик источников питания в режиме стабилизации силы тока.

9.5.4 На поверяемом источнике при помощи поворотных регуляторов и/или функциональных клавиш установить выходной ток, соответствующий 10 – 15 % от конечного значения диапазона.

9.5.5 Произвести измерение силы тока по амперметру шунта токового PCS-71000.

9.5.6 Провести измерения по п. п. 9.5.4 – 9.5.6 устанавливая на поверяемом источнике выходной ток, соответствующий 20 – 30 %, 40 – 60 %, 70 – 80 % и 90 – 100 % от конечного значения диапазона.

9.5.7 Определить абсолютную погрешность измерения выходного тока по формуле (3):

$$\Delta I = I_x - I_{изм} \quad (3)$$

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

$I_{изм}$ – измеренное значение силы тока с помощью шунта токового PCS-71000, А.

Результаты операции поверки считать положительными, если во всех поверяемых точках значения погрешностей не превышают допускаемых пределов, указанных в таблице 8.

Таблица 8 – Диапазоны воспроизведения и пределы допускаемой абсолютной погрешности силы постоянного тока.

Наименование характеристики	Значение						
	АКИП-1112	АКИП-1113	АКИП-1114	АКИП-1115	АКИП-1116	АКИП-1117	АКИП-1118
Диапазон воспроизведения силы постоянного тока, А	от 0 до 5	от 0 до 3	от 0 до 1,2	от 0 до 60	от 0 до 27	от 0 до 18	от 0 до 9
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока, мА	$\pm(0,0005 \cdot I_{вых} + 2)$	$\pm(0,0005 \cdot I_{вых} + 1)$	$\pm(0,0005 \cdot I_{вых} + 15)$	$\pm(0,0005 \cdot I_{вых} + 10)$		$\pm(0,0005 \cdot I_{вых} + 5)$	

Наименование характеристики	Значение						
	АКИП-1119	АКИП-1120	АКИП-1121	АКИП-1122	АКИП-1123	АКИП-1124	АКИП-1125
Диапазон воспроизведения силы постоянного тока, А	от 0 до 5	от 0 до 3	от 0 до 1,5	от 0 до 10	от 0 до 6	от 0 до 3	от 0 до 1,2
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока, мА				±(0,001 · I _{вых} + 15)			
Наименование характеристики	Значение						
	АКИП-1157/1	АКИП-1157/2	АКИП-1157/3	АКИП-1157/4			
Диапазон воспроизведения силы постоянного тока, А	от 0 до 40	от 0 до 20	от 0 до 50	от 0 до 2,5	от 0 до 5		
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока, мА		±(0,0005 · I _{вых} + 15)		±(0,0005 · I _{вых} + 1,5)	±(0,0005 · I _{вых} + 2,5)		
Примечание							
I _{вых} – значение силы тока на выходе источника питания по встроенному индикатору, мА							

9.6 Определение нестабильности силы постоянного тока на выходе при изменении напряжения питания от $1,1 \cdot U_{пит}$ до $0,9 \cdot U_{пит}$

Определение нестабильности силы постоянного тока на выходе при изменении напряжения питания проводить в следующем порядке:

9.6.1 Разъемы поверяемого источника питания соединить при помощи измерительных проводов с соответствующими разъемами нагрузки электронной, шунта токового PCS-71000 по схеме на рисунке 4.

9.6.2 На источнике питания APS-77100 установить напряжение 220 В, контролируя его при помощи встроенного вольтметра.

9.6.3 Органами управления поверяемого источника установить на выходе максимальное значение напряжения и максимальное значение тока.

9.6.4 На электронной нагрузке установить режим стабилизации напряжения «CV», напряжение равное 90 % установленного на выходе поверяемого источника.

9.6.5 По показаниям амперметра шунта токового PCS-71000 зафиксировать значение силы тока.

9.6.6 На источнике питания APS-77100 плавно изменить напряжение питания до 242 В.

9.6.7 Измерения нестабильности силы постоянного тока производить через 1 мин после установки напряжения питания по показаниям амперметра шунта токового PCS-71000 относительно показаний при номинальном напряжении питания $U_{ном}=220$ В.

9.6.8 Провести измерения по п. п. 9.6.7 при напряжении питания равном 198 В.

Результаты операции поверки считать положительными, если полученные значения нестабильности не превышают значений, указанных в таблице 9.

Таблица 9 – Нестабильность силы постоянного тока при изменении напряжения питания.

Наименование характеристики	Значение						
	АКИП-1112	АКИП-1113	АКИП-1114	АКИП-1115	АКИП-1116	АКИП-1117	АКИП-1118
Нестабильность силы постоянного тока при изменении напряжения питания от $1,1 \cdot U_{\text{пит}}$ до $0,9 \cdot U_{\text{пит}}$, мА	$\pm(0,0005 \cdot I_{\text{вых}} + 0,1)$	$\pm(0,0005 \cdot I_{\text{вых}} + 0,05)$		$\pm(0,001 \cdot I_{\text{вых}} + 1)$	$\pm(0,0001 \cdot I_{\text{вых}} + 1)$		$\pm(0,0001 \cdot I_{\text{вых}} + 0,1)$
Наименование характеристики	Значение						
	АКИП-1119	АКИП-1120	АКИП-1121	АКИП-1122	АКИП-1123	АКИП-1124	АКИП-1125
Нестабильность силы постоянного тока при изменении напряжения питания от $1,1 \cdot U_{\text{пит}}$ до $0,9 \cdot U_{\text{пит}}$, мА	$\pm(0,001 \cdot I_{\text{вых}} + 2)$						
Наименование характеристики	Значение						
	АКИП-1157/1	АКИП-1157/2	АКИП-1157/3	АКИП-1157/4			
Нестабильность силы постоянного тока при изменении напряжения питания от $1,1 \cdot U_{\text{пит}}$ до $0,9 \cdot U_{\text{пит}}$, мА	$\pm(0,001 \cdot I_{\text{вых}} + 2)$		$\pm(0,0005 \cdot I_{\text{вых}} + 0,05)$	$\pm(0,001 \cdot I_{\text{вых}} + 1)$			
Примечание	$I_{\text{вых}}$ – значение силы тока на выходе источника питания по встроенному индикатору, мА						

9.7 Определение нестабильности силы постоянного тока на выходе при изменении напряжения на нагрузке

Определение нестабильности силы постоянного тока на выходе при изменении напряжения на нагрузке проводить в следующем порядке:

9.7.1 Разъемы поверяемого источника питания соединить при помощи измерительных проводов с соответствующими разъемами нагрузки электронной, шунта токового PCS-71000 по схеме на рисунке 4.

9.7.2 На источнике питания APS-77100 установить напряжение 220 В, контролируя его при помощи встроенного вольтметра.

9.7.3 Органами управления поверяемого источника установить на выходе максимальное значение напряжения и максимальное значение силы тока.

9.7.4 На электронной нагрузке установить режим стабилизации напряжения «CV», напряжение равное 90% установленного на выходе поверяемого источника.

9.7.5 По показаниям амперметра шунта токового PCS-71000 зафиксировать значение силы тока.

9.7.6 На нагрузке установить напряжение, равное 10 % от максимального значения напряжения поверяемого источника и максимальное значение силы тока.

9.7.7 Измерения нестабильности производить через 1 минуту. По изменению показаний амперметра шунта токового PCS-71000 зафиксировать значение силы тока.

9.7.8 Определение нестабильности силы постоянного тока на выходе при изменении напряжения на нагрузке определить по формуле (4):

$$\Delta I = I_2 - I_1 \quad (4)$$

где I_2 – значение силы тока при 90 % максимального значения напряжения, А;
 I_1 – значение силы тока при 10 % максимального значения напряжения, А.

Результаты операции поверки считать положительными, если полученные значения нестабильности не превышают значений, указанных в таблице 10.

Таблица 10 – Нестабильность силы постоянного тока при изменении напряжения на нагрузке.

Наименование характеристики	Значение						
	АКИП-1112	АКИП-1113	АКИП-1114	АКИП-1115	АКИП-1116	АКИП-1117	АКИП-1118
Нестабильность силы постоянного тока при изменении напряжения на нагрузке, мА	$\pm(0,0005 \cdot I_{\text{вых}} + 2)$		$\pm(0,0005 \cdot I_{\text{вых}} + 1)$	$\pm(0,001 \cdot I_{\text{вых}} + 10)$	$\pm(0,001 \cdot I_{\text{вых}} + 5)$		$\pm(0,001 \cdot I_{\text{вых}} + 2)$
Наименование характеристики	Значение						
	АКИП-1119	АКИП-1120	АКИП-1121	АКИП-1122	АКИП-1123	АКИП-1124	АКИП-1125
Нестабильность силы постоянного тока при изменении напряжения на нагрузке, мА,	$\pm(0,0001 \cdot I_{\text{вых}} + 3)$						
Наименование характеристики	Значение						
	АКИП-1157/1	АКИП-1157/2	АКИП-1157/3	АКИП-1157/4			
Нестабильность силы постоянного тока при изменении напряжения на нагрузке, мА	$\pm(0,001 \cdot I_{\text{вых}} + 10)$			$\pm(0,0005 \cdot I_{\text{вых}} + 0,5)$	$\pm(0,0005 \cdot I_{\text{вых}} + 1,5)$		
Примечание	$I_{\text{вых}}$ – значение силы тока на выходе источника питания по встроенному индикатору, мА						

9.8 Определение уровня пульсаций силы постоянного тока на выходе

Определение уровня пульсаций силы постоянного тока на выходе проводить в следующем порядке:

9.8.1 Разъемы поверяемого источника питания соединить при помощи измерительных проводов с соответствующими разъемами нагрузки электронной, шунта токового PCS-71000, по схеме на рисунке 4.

9.8.2 На источнике питания APS-77100 установить напряжение 220 В, контролируя его при помощи встроенного вольтметра.

9.8.3 Органами управления поверяемого источника установить на выходе максимальное значение напряжения и выходной ток, соответствующий 100 % от конечного значения диапазона.

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

9.8.5 Измерения уровня пульсаций выходного тока произвести через 1 мин после установки тока нагрузки по показаниям микровольтметра В3-57.

9.8.6 Значение уровня пульсаций силы постоянного тока на выходе определить по формуле (5).

$$I_{\text{пульс}} = U/R \quad (5)$$

где U – значение напряжения на разъемах шунта токового PCS-71000 по показаниям микровольтметра В3-57, В;

R – значение сопротивления шунта токового PCS-71000, Ом.

Результаты операции поверки считать положительными, если полученные значения пульсаций силы постоянного тока не превышают значений, указанных в таблице 11.

Таблица 11 - Уровень пульсаций силы постоянного тока на выходе.

Наименование характеристики	Значение						
	АКИП-1112	АКИП-1113	АКИП-1114	АКИП-1115	АКИП-1116	АКИП-1117	АКИП-1118
Уровень пульсаций силы постоянного тока (среднее квадратичное значение), мА, не более в диапазоне частот от 20 Гц до 20 МГц		3		15		5	
Наименование характеристики	Значение						
	АКИП-1119	АКИП-1120	АКИП-1121	АКИП-1122	АКИП-1123	АКИП-1124	АКИП-1125
Уровень пульсаций силы постоянного тока (среднее квадратичное значение), мА, не более в диапазоне частот от 20 Гц до 20 МГц				5			
Наименование характеристики	Значение						
	АКИП-1157/1	АКИП-1157/2	АКИП-1157/3	АКИП-1157/4			
Уровень пульсаций силы постоянного тока (среднее квадратичное значение), мА, не более в диапазоне частот от 20 Гц до 20 МГц	15	15	3				4

9.9 Определение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока (для АКИП-1112, АКИП-1113, АКИП-1114, АКИП-1157/1, АКИП-1157/2, АКИП-1157/3, АКИП-1157/4)

Определение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока проводят при помощи калибратора универсального FLUKE 5522A методом прямых измерений в следующей последовательности:

9.9.1 На источнике установить режим измерений напряжения постоянного тока согласно РЭ.

9.9.2 Подключить вольтметр источника к калибратору в соответствии с РЭ калибратора и источника.

9.9.3 На калибраторе установить поочередно значения постоянного выходного напряжения равные 10, 50 и 90 % от верхнего значения диапазона измерений. Также устанавливают значение постоянного выходного напряжения равное 90 % от верхнего значения диапазона измерений отрицательной полярности.

9.9.4 Определить абсолютную погрешность измерений напряжения по формуле (6):

$$\Delta U = U_x - U_0 \quad (6)$$

где U_x – показания вольтметра поверяемого источника, В;
 U_0 – значения напряжения на выходе калибратора, В.

Результаты операции поверки считать положительными, если значения погрешностей, определенные по формуле (6), не превышают пределов, приведенных в таблице 12.

Таблица 12 – Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока

Наименование характеристики	Значение			
	АКИП-1157/1	АКИП-1157/2	АКИП-1157/3	АКИП-1157/4
Диапазон измерения напряжения постоянного тока, В	от -40 до +40		от 0 до +40	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока, мВ	$\pm(0,0002 \cdot U_{изм} + 3)$		$\pm(0,0002 \cdot U_{изм} + 10)$	
Наименование характеристики	Значение			
	АКИП-1112	АКИП-1113	АКИП-1114	
Диапазон измерения напряжения постоянного тока, В	от 0 до +40			
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока, мВ	$\pm(0,0002 \cdot U_{изм} + 10)$			
Примечание $U_{изм}$ – значение измеряемого напряжения, мВ				

Источники считают соответствующими метрологическим требованиям при положительных результатах поверки, установленных в п. п. 9.1 – 9.9.

10. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

10.1 Результаты операции 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»

Ведущий инженер по метрологии
отдела испытаний АО «ПриСТ»

О. В. Котельник

Е. Е. Смердов