

Акционерное общество «Приборы, Сервис, Торговля»
(АО «ПриСТ»)

СОГЛАСОВАНО

Главный метролог
АО «ПриСТ»



А.Н. Новиков

«10» апреля 2023 г.

«ГСИ. Источники питания постоянного тока АКИП-1159.
Методика поверки»

МП-ПР-09-2023

Москва
2023

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика распространяется на источники питания постоянного тока программируемые серии АКИП-1159 (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:

- к ГЭТ 13-01. «ГПЭ единицы электрического напряжения» в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 г. № 3457;

- к ГЭТ 4-91. «ГПЭ единицы силы постоянного электрического тока» в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 1 октября 2018 г. № 2091.

Для обеспечения реализации методики поверки при определении метрологических характеристик по п. п. 8.1 – 8.8 применяется метод прямых измерений.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

При проведении первичной и периодической поверок источников должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции поверки	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 средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	Раздел 9
5 Определение абсолютной погрешности воспроизведения и измерения напряжения постоянного тока	Да	Да	9.1
6 Определение нестабильности напряжения постоянного тока при изменении силы тока в нагрузке	Да	Да	9.2
7 Определение нестабильности напряжения постоянного тока при изменении напряжения питания	Да	Да	9.3
8 Определение уровня пульсаций выходного напряжения	Да	Да	9.4

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
9 Определение абсолютной погрешности воспроизведения и измерения силы постоянного тока	Да	Да	9.5
10 Определение нестабильности силы постоянного тока при изменении напряжения на нагрузке	Да	Да	9.6
11 Определение нестабильности силы постоянного тока при изменении напряжения питания	Да	Да	9.7
12 Определение уровня пульсаций выходного тока	Да	Да	9.8
13 Оформление результатов поверки	Да	Да	Раздел 10

3. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от плюс 15 °С до плюс 25 °С;
- 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
9.1 – 9.3	Диапазон измерения постоянного напряжения от 0,2 до 1000 В. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности $\pm(2,46 \cdot 10^{-5} \cdot U_{\text{изм}} + 4 \cdot 10^{-7} \cdot U_{\text{пред}})$.	Мультиметр цифровой Keithley 2002. рег. № 75241-19.
9.2 – 9.3, 9.5 – 9.8	Предел измерения тока встроенным амперметром до 300 А. Пределы допускаемой абсолютной погрешности встроенного амперметра шунта при измерении силы постоянного тока $\pm(1 \cdot 10^{-4} \cdot I_{\text{изм}} + 5 \cdot 10^{-5} \cdot I_{\text{пр}})$.	Шунт токовый PCS-71000А. рег. № 68945-17.
9.4, 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 ± 4 %.	Микровольтметр ВЗ-57. рег. № 7657-80.
9.2 – 9.4, 9.6 – 9.8	Максимальное напряжение 60 В, максимальный ток 1000 А. Максимальное напряжение 1000 В, максимальный ток 40 А.	Нагрузка электронная АКИП-1342. рег. № 57756-14. Нагрузка электронная АКИП-1343. рег. № 57756-14.

Продолжение таблицы 2

1	2	3
9.1 – 9.8	Диапазон выходного напряжения от 0 до 300 В. Максимальная выходная мощность 3000 В·А. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности $\pm(0,002 \cdot U_{\text{изм}} + 0,6)$ В	Источник питания переменного тока АКИП-1202/4. рег. № 63132-16.

Примечание:

$U_{\text{изм}}$ – измеренное значение напряжения постоянного тока;

$U_{\text{пр}}$ – верхний предел измеряемого напряжения;

$I_{\text{изм}}$ – измеренное значение силы постоянного тока;

$I_{\text{пр}}$ – верхний предел измеряемой силы тока.

Допускается использовать при поверке другие средства измерений утвержденного типа, поверенные и обеспечивающие соотношение погрешностей измерений не более 1/3.

Таблица 3 – Вспомогательное оборудование

Измеряемая величина	Метрологические и технические требования к вспомогательному оборудованию, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемого вспомогательного оборудования
Температура окружающего воздуха, относительная влажность	Диапазон измерений температуры от 0 до +50 °С. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры $\pm 0,25$ °С. Диапазон измерений относительной влажности окружающего воздуха от 0 до +100 %. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений относительной влажности окружающего воздуха ± 2 %.	Цифровой термометр-гигрометр Fluke 1620A, рег. № 30374-13.
Атмосферное давление	Диапазон измерений атмосферного давления от 30 до 120 кПа. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений атмосферного давления ± 300 Па.	Манометр абсолютного давления Testo 511, рег. № 53431-13.
Напряжение питающей сети, частота питающей сети	Диапазон измерений переменного напряжения от 50 до 480 В. Пределы допускаемой относительной погрешности измерений переменного напряжения 0,2 %. Диапазон измерений частоты от 45 до 66 Гц. Пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты 0,1 %.	Прибор измерительный универсальный параметров электрической сети DMG 800, рег. № 49072-12.

Примечание:

Допускается использовать другие средства измерений утвержденного типа, поверенные и имеющие метрологические характеристики, аналогичные указанным в данной 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 Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 24 июля 2013 г № 328Н.

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

Перед поверкой должен быть проведен внешний осмотр, при котором должно быть установлено соответствие поверяемого средства измерений 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 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 прибор должны быть подготовлены к работе согласно их руководствам 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 их на работоспособность жидкокристаллического дисплея, регуляторов и функциональных клавиш. Режимы, отображаемые на дисплее, при переключении режимов измерений и нажатии соответствующих клавиш, должны соответствовать требованиям руководства по эксплуатации.

При отрицательном результате опробования источник бракуется и направляется в ремонт.

8. ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

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

Результат проверки считать положительным, если номер версии программного обеспечения соответствует данным, приведенным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Номер версии (идентификационный номер ПО)	не ниже 3.1.1.8

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

Периодическая поверка источника питания, в случае его 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 прибора, оформленного в произвольной форме. Соответствующая запись должна быть сделана в свидетельстве о поверке прибора.

9.1 Определение абсолютной погрешности воспроизведения и измерения напряжения постоянного тока

Определение абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока проводить методом прямых измерений при помощи мультиметра цифрового Keithley 2002 в следующей последовательности:

9.1.1 Собрать измерительную схему, представленную на рисунке 1.

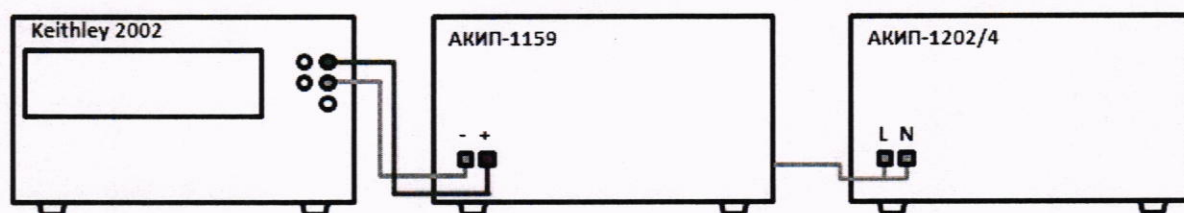


Рисунок 1 – Схема соединения приборов для определения погрешности измерения напряжения постоянного тока

9.1.2 На источнике АКИП-1202/4 установить значение выходного напряжения равным номинальному значению напряжения питания поверяемого источника 230 В 50 Гц.

9.1.3 Перевести мультиметр цифровой Keithley 2002 в режим измерения напряжения постоянного тока.

9.1.4 Войти в режим установки выходных параметров поверяемого источника согласно руководству по эксплуатации. В окне установки, органами управления источника, установить следующие значения параметров:

- значение напряжения постоянного тока установить равным $0,1 \cdot U_{\text{пр}}$; $0,5 \cdot U_{\text{пр}}$; $0,9 \cdot U_{\text{пр}}$, где $U_{\text{пр}}$ - верхний предел диапазона установки выходного напряжения постоянного тока;
- значение силы постоянного тока равным:

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

где P – максимальная выходная мощность источника, Вт;

$U_{\text{пр}}$ – верхний предел диапазона установки выходного напряжения, В.

Характеристики выходных параметров источников приведены в таблице 5.

9.1.5 Включить выход источника. Произвести измерение выходного напряжения прибора, фиксируя показания мультиметра цифрового Keithley 2002.

9.1.6 Провести измерения по п. п. 9.1.1 – 9.1.5 для остальных выходных каналов (при наличии).

9.1.7 Определить абсолютную погрешность воспроизведения напряжения по формуле (2).

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

где $U_{\text{вых}}$ – значение выходного напряжения, установленное на поверяемом приборе, В;

U_{2002} – значение напряжения, измеренное мультиметром цифровым Keithley 2002, В.

9.1.8 Определить абсолютную погрешность измерения напряжения по формуле (3).

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

где $U_{\text{изм}}$ – значение выходного напряжения по показаниям поверяемого прибора, В;

U_{2002} – значение напряжения, измеренное мультиметром цифровым Keithley 2002, В.

Результаты поверки считать положительными, если показания источника питания находятся в пределах, приведенных в таблице 5.

Таблица 5

Модификация	Максимальная выходная мощность, Вт	Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока, мВ	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока, мВ
АКИП-1159/1-40-30	360	$\pm(0,001 \cdot U_{\text{ВЫХ}} + 10)$	$\pm(0,001 \cdot U_{\text{ВЫХ}} + 20)$
АКИП-1159/1-40-60	720		
АКИП-1159/1-40-90	1080		
АКИП-1159/2-40-30	720		
АКИП-1159/3-40-30	1080		
АКИП-1159/1-50-10	180		
АКИП-1159/1-80-15	360		
АКИП-1159/1-80-30	720		
АКИП-1159/1-80-45	1080		
АКИП-1159/2-80-15	720		
АКИП-1159/3-80-15	1080		
АКИП-1159/1-160-7,5	360	$\pm(0,001 \cdot U_{\text{ВЫХ}} + 100)$	$\pm(0,001 \cdot U_{\text{ВЫХ}} + 100)$
АКИП-1159/1-160-15	720		
АКИП-1159/1-160-22,5	1080		
АКИП-1159/2-160-7,5	720		
АКИП-1159/3-160-7,5	1080		

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

Определение нестабильности выходного напряжения проводится методом прямого измерения напряжения на выходе поверяемого прибора с помощью мультиметра цифрового Keithley 2002.

9.2.1 Собрать измерительную схему, представленную на рисунке 2. Выбор электронной нагрузки осуществлять исходя из максимальных значений выходных параметров поверяемого источника. Выбор предела измерения на шунте осуществлять исходя из максимального значения силы тока на выходе источника. Предел измерения силы тока шунта должен быть больше установленного значения силы тока на источнике.

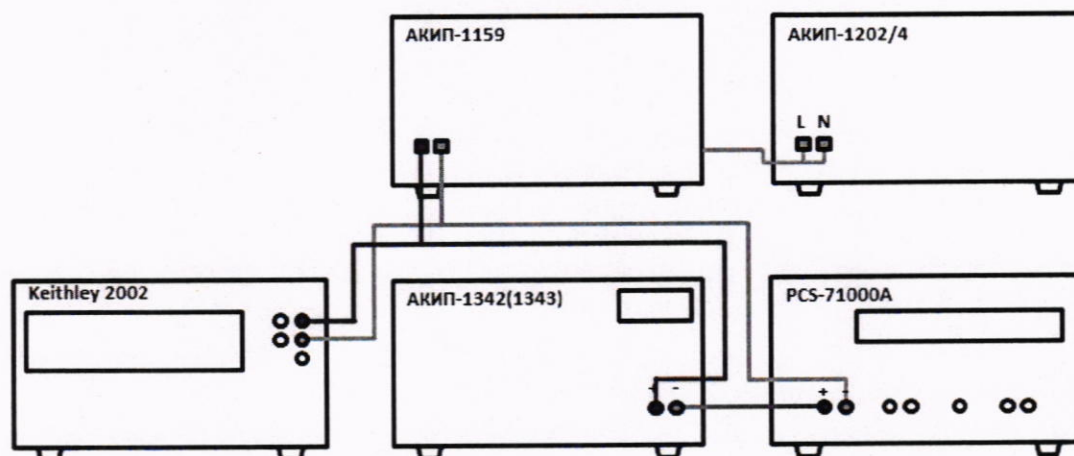


Рисунок 2 – Схема соединения приборов при определении нестабильности выходного напряжения или выходного тока

9.2.2 Подключить нагрузку к поверяемому прибору по четырехпроводной схеме, согласно руководству по эксплуатации источника.

9.2.3 На источнике АКИП-1202/4 установить значение выходного напряжения равным номинальному.

9.2.4 Органами управления поверяемого прибора установить на выходе значение напряжения постоянного тока, рассчитанное по формуле (6), значение силы тока равным максимальному значению для установленного значения напряжения.

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

9.2.6 По истечении 1 минуты зафиксировать значение выходного напряжения U_1 по показаниям мультиметра цифрового Keithley 2002.

9.2.7 Отключить нагрузку.

9.2.8 По истечении 1 минуты зафиксировать значение выходного напряжения U_2 , по показаниям мультиметра цифрового Keithley 2002.

9.2.9 Определить значение нестабильности по формуле (4):

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

где U_1 – значение напряжения при максимальном токе нагрузки, В;

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

Таблица 6

Модификация	Нестабильность напряжения при изменении тока нагрузки, мВ	Нестабильность силы тока при изменении напряжения на нагрузке, мА
АКИП-1159/1-40-30	±20	±40
АКИП-1159/1-40-60	±20	±75
АКИП-1159/1-40-90	±20	±110
АКИП-1159/2-40-30	±20	±40
АКИП-1159/3-40-30	±20	±40
АКИП-1159/1-50-10	±10	±10
АКИП-1159/1-80-15	±40	±18
АКИП-1159/1-80-30	±40	±32
АКИП-1159/1-80-45	±40	±45
АКИП-1159/2-80-15	±40	±18
АКИП-1159/3-80-15	±40	±18
АКИП-1159/1-160-7,5	±80	±12
АКИП-1159/1-160-15	±80	±19
АКИП-1159/1-160-22,5	±80	±26
АКИП-1159/2-160-7,5	±80	±12
АКИП-1159/3-160-7,5	±80	±12

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

9.3 Определение нестабильности напряжения постоянного тока при изменении напряжения питания

Определение нестабильности выходного напряжения проводится методом прямого измерения напряжения на выходе поверяемого прибора с помощью мультиметра цифрового Keithley 2002.

9.3.1 Собрать измерительную схему, представленную на рисунке 2. Выбор электронной нагрузки осуществлять исходя из максимальных значений выходных параметров поверяемого источника. Выбор предела измерения на шунте осуществлять исходя из максимального значения силы тока на выходе источника. Предел измерения силы тока шунта должен быть больше установленного значения силы тока на источнике.

9.3.2 На источнике АКИП-1202/4 установить значение выходного напряжения равным номинальному.

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

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

9.3.5 По истечении 1 минуты зафиксировать значение выходного напряжения U_0 по показаниям мультиметра цифрового Keithley 2002.

9.3.6 На источнике АКИП-1202/4 плавно увеличить значение выходного напряжения до 110 % от номинального.

9.3.7 По истечении 1 минуты зафиксировать значение выходного напряжения U_1 по показаниям мультиметра цифрового Keithley 2002.

9.3.8 На источнике АКИП-1202/4 плавно уменьшить значение выходного напряжения до 90 % от номинального.

9.3.9 По истечении 1 минуты зафиксировать значение выходного напряжения U_2 по показаниям мультиметра цифрового Keithley 2002.

9.3.10 На источнике АКИП-1202/4 установить номинальное значение выходного напряжения.

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

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

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

где U_0 – значение напряжения на выходе поверяемого 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.

Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если значения нестабильности напряжения не превышают значений, указанных в таблице 7.

Таблица 7

Модификация	Нестабильность напряжения при изменении напряжения питания, мВ	Нестабильность силы тока при изменении напряжения питания, мА
АКИП-1159/1-40-30	±18	±40
АКИП-1159/1-40-60	±18	±75
АКИП-1159/1-40-90	±18	±110
АКИП-1159/2-40-30	±18	±40
АКИП-1159/3-40-30	±18	±40
АКИП-1159/1-50-10	±3	±8
АКИП-1159/1-80-15	±40	±18
АКИП-1159/1-80-30	±40	±32
АКИП-1159/1-80-45	±40	±45
АКИП-1159/2-80-15	±40	±18
АКИП-1159/3-80-15	±40	±18
АКИП-1159/1-160-7,5	±80	±12

Продолжение таблицы 7

1	2	3
АКИП-1159/1-160-15	± 80	± 19
АКИП-1159/1-160-22,5	± 80	± 26
АКИП-1159/2-160-7,5	± 80	± 12
АКИП-1159/3-160-7,5	± 80	± 12

9.4 Определение уровня пульсаций выходного напряжения

Определение уровня пульсаций выходного напряжения проводить методом прямого измерения напряжения переменного тока микровольтметром ВЗ-57.

Определение уровня пульсаций напряжения проводить в следующей последовательности.

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

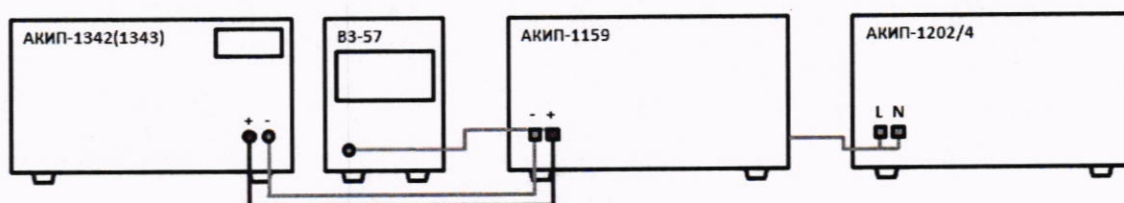


Рисунок 3 – Схема подключения приборов при определении пульсаций выходного напряжения

9.4.2 На источнике АКИП-1202/4 установить значение выходного напряжения равным номинальному.

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

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

9.4.5 По истечении 1 минуты после установки тока нагрузки зафиксировать значение уровня пульсаций выходного напряжения по показаниям микровольтметра ВЗ-57.

9.4.6 Провести измерения по пп. 9.4.1 – 9.4.5 для остальных выходных каналов (при наличии).

Результаты поверки считать положительными, если пульсации выходного напряжения не превышают значений, указанных в таблице 8.

Таблица 8

Модификация	Уровень пульсаций выходного напряжения (среднеквадратическое значение), мВ, не более	Уровень пульсаций выходного тока (среднеквадратичное значение), мА, не более
АКИП-1159/1-40-30	7	72
АКИП-1159/1-40-60	11	144
АКИП-1159/1-40-90	14	216
АКИП-1159/2-40-30	7	72
АКИП-1159/3-40-30	7	72
АКИП-1159/1-50-10	4	10
АКИП-1159/1-80-15	7	27
АКИП-1159/1-80-30	11	54
АКИП-1159/1-80-45	14	81

Продолжение таблицы 8

1	2	3
АКИП-1159/2-80-15	7	27
АКИП-1159/3-80-15	7	27
АКИП-1159/1-160-7,5	12	15
АКИП-1159/1-160-15	15	30
АКИП-1159/1-160-22,5	20	45
АКИП-1159/2-160-7,5	12	15
АКИП-1159/3-160-7,5	12	15

9.5 Определение абсолютной погрешности воспроизведения и измерения силы постоянного тока

Определение абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока проводить методом прямого измерения силы тока, воспроизводимой поверяемым прибором, при помощи шунта токового PCS-71000А.

Определение погрешности проводить в следующей последовательности.

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

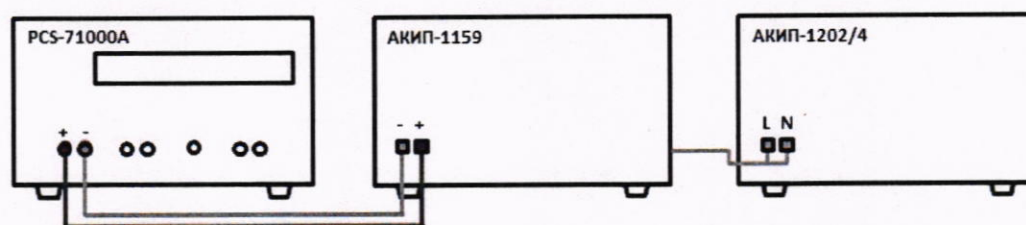


Рисунок 4 – Схема подключения приборов при определении абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока

9.5.2 На источнике АКИП-1202/4 установить значение выходного напряжения равным номинальному.

9.5.3 Перевести шунт в режим измерения силы постоянного тока.

9.5.4 Органами управления поверяемого прибора установить на выходе значение напряжения, рассчитанное по формуле (7):

$$U_{\text{вых}} = P / I_{\text{пр}} \quad (7)$$

где P – максимальная выходная мощность источника, Вт;

$I_{\text{пр}}$ – конечное значение диапазона установки силы тока, А.

Характеристики выходных параметров источников приведены в таблице 6.

9.5.5 Регулятором выходного тока поверяемого прибора установить значение силы выходного тока, соответствующее $0,1 \cdot I_{\text{пр}}$; $0,5 \cdot I_{\text{пр}}$; $0,9 \cdot I_{\text{пр}}$ от конечного значения диапазона измерения.

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

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

9.5.8 Провести измерения по п. п. 9.5.1 – 9.5.7 для остальных выходных каналов (при наличии).

9.5.9 Определить абсолютную погрешность воспроизведения силы тока по формуле (8):

$$\Delta I = I_{PCS} - I_{уст} \quad (8)$$

где $I_{уст}$ – значение силы выходного тока, установленное на поверяемом приборе, А;
 I_{PCS} – значение силы тока, измеренное токовым шунтом PCS-71000А, А.

9.5.10 Определить абсолютную погрешность измерения силы тока по формуле (9):

$$\Delta I = I_{изм} - I_{PCS} \quad (9)$$

где $I_{изм}$ – значение силы выходного тока по показаниям поверяемого прибора, А;
 I_{PCS} – значение силы тока, измеренное токовым шунтом PCS-71000А, А.

Таблица 9

Модификация	Максимальная выходная мощность, Вт	Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока, мА	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения силы постоянного тока, мА
АКИП-1159/1-40-30	360	$\pm(0,001 \cdot I_{ВЫХ} + 30)$	$\pm(0,001 \cdot I_{ВЫХ} + 40)$
АКИП-1159/1-40-60	720	$\pm(0,001 \cdot I_{ВЫХ} + 60)$	$\pm(0,001 \cdot I_{ВЫХ} + 70)$
АКИП-1159/1-40-90	1080	$\pm(0,001 \cdot I_{ВЫХ} + 100)$	$\pm(0,001 \cdot I_{ВЫХ} + 100)$
АКИП-1159/2-40-30	720	$\pm(0,001 \cdot I_{ВЫХ} + 30)$	$\pm(0,001 \cdot I_{ВЫХ} + 40)$
АКИП-1159/3-40-30	1080	$\pm(0,001 \cdot I_{ВЫХ} + 30)$	$\pm(0,001 \cdot I_{ВЫХ} + 40)$
АКИП-1159/1-50-10	180	$\pm(0,001 \cdot I_{ВЫХ} + 10)$	$\pm(0,001 \cdot I_{ВЫХ} + 20)$
АКИП-1159/1-80-15	360	$\pm(0,001 \cdot I_{ВЫХ} + 10)$	$\pm(0,001 \cdot I_{ВЫХ} + 20)$
АКИП-1159/1-80-30	720	$\pm(0,001 \cdot I_{ВЫХ} + 30)$	$\pm(0,001 \cdot I_{ВЫХ} + 40)$
АКИП-1159/1-80-45	1080	$\pm(0,001 \cdot I_{ВЫХ} + 40)$	$\pm(0,001 \cdot I_{ВЫХ} + 50)$
АКИП-1159/2-80-15	720	$\pm(0,001 \cdot I_{ВЫХ} + 10)$	$\pm(0,001 \cdot I_{ВЫХ} + 20)$
АКИП-1159/3-80-15	1080	$\pm(0,001 \cdot I_{ВЫХ} + 10)$	$\pm(0,001 \cdot I_{ВЫХ} + 20)$
АКИП-1159/1-160-7,5	360	$\pm(0,001 \cdot I_{ВЫХ} + 5)$	$\pm(0,001 \cdot I_{ВЫХ} + 5)$
АКИП-1159/1-160-15	720	$\pm(0,001 \cdot I_{ВЫХ} + 15)$	$\pm(0,001 \cdot I_{ВЫХ} + 15)$
АКИП-1159/1-160-22,5	1080	$\pm(0,001 \cdot I_{ВЫХ} + 20)$	$\pm(0,001 \cdot I_{ВЫХ} + 20)$
АКИП-1159/2-160-7,5	720	$\pm(0,001 \cdot I_{ВЫХ} + 5)$	$\pm(0,001 \cdot I_{ВЫХ} + 5)$
АКИП-1159/3-160-7,5	1080	$\pm(0,001 \cdot I_{ВЫХ} + 5)$	$\pm(0,001 \cdot I_{ВЫХ} + 5)$

Результаты поверки считать положительными, если показания источника питания находятся в пределах, приведенных в таблице 9.

9.6 Определение нестабильности силы постоянного тока при изменении напряжения на нагрузке

Определение нестабильности выходного тока при изменении напряжения на нагрузке проводится методом прямого измерения с помощью токового шунта PCS-71000А.

9.6.1 Собрать измерительную схему, представленную на рисунке 2. Выбор электронной нагрузки осуществлять исходя из максимальных значений выходных параметров поверяемого источника. Выбор предела измерения на шунте осуществлять исходя из максимального значения силы тока на выходе источника. Предел измерения силы тока шунта должен быть больше установленного значения силы тока на источнике.

9.6.2 На источнике АКИП-1202/4 установить значение выходного напряжения равным номинальному.

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

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

9.6.5 По истечении 1 минуты зафиксировать значение силы выходного тока I_1 по показаниям шунта PCS-71000A.

9.6.6 Установить на нагрузке напряжение, равное 10 % от установленного на выходе поверяемого прибора.

9.6.7 По истечении 1 минуты зафиксировать значение силы выходного тока I_2 по показаниям шунта PCS-71000A.

9.6.8 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 выходном напряжении, А;

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

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

9.7 Определение нестабильности силы постоянного тока при изменении напряжения питания

Определение нестабильности выходного тока при изменении напряжения проводится методом прямого измерения с помощью токового шунта PCS-71000A.

9.7.1 Собрать измерительную схему, представленную на рисунке 2. Выбор электронной нагрузки осуществлять исходя из максимальных значений выходных параметров поверяемого источника. Выбор предела измерения на шунте осуществлять исходя из максимального значения силы тока на выходе источника. Предел измерения силы тока шунта должен быть больше установленного значения силы тока на источнике.

9.7.2 На источнике АКИП-1202/4 установить значение выходного напряжения равным номинальному.

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

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

9.7.5 По истечении 1 минуты зафиксировать значение силы выходного тока I_0 по показаниям шунта PCS-71000A.

9.7.6 На источнике АКИП-1202/4 плавно увеличить значение выходного напряжения до 110 % от номинального.

9.7.7 По истечении 1 минуты зафиксировать значение силы выходного тока I_1 по показаниям шунта PCS-71000A.

9.7.8 На источнике АКИП-1202/4 плавно уменьшить значение выходного напряжения до 90 % от номинального.

9.7.9 По истечении 1 минуты зафиксировать значение силы выходного тока I_2 по показаниям шунта PCS-71000A.

9.7.10 На источнике АКИП-1202/4 установить номинальное значение выходного напряжения.

9.7.11 Определить значение нестабильности по формулам:

$$\Delta I = I_0 - I_1 \quad (9)$$

$$\Delta I = I_0 - I_2 \quad (10)$$

где I_0 – значение силы выходного тока при номинальном напряжении питания, В;

I_1 – значение силы выходного тока при повышенном напряжении питания, В;

I_2 – значение силы выходного тока при пониженном напряжении питания, В.

Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если значения нестабильности силы постоянного тока не превышают значений, указанных в таблице 7.

9.8 Определение уровня пульсаций выходного тока

Определение уровня пульсаций выходного тока проводится методом косвенного измерения путем измерения падения напряжения на шунте микровольтметром ВЗ-57.

9.8.1 Собрать измерительную схему, представленную на рисунке 5. Выбор электронной нагрузки осуществлять исходя из максимальных значений выходных параметров поверяемого источника. Выбор предела измерения на шунте осуществлять исходя из максимального значения силы тока на выходе источника. Предел измерения силы тока шунта должен быть больше установленного значения силы тока на источнике.

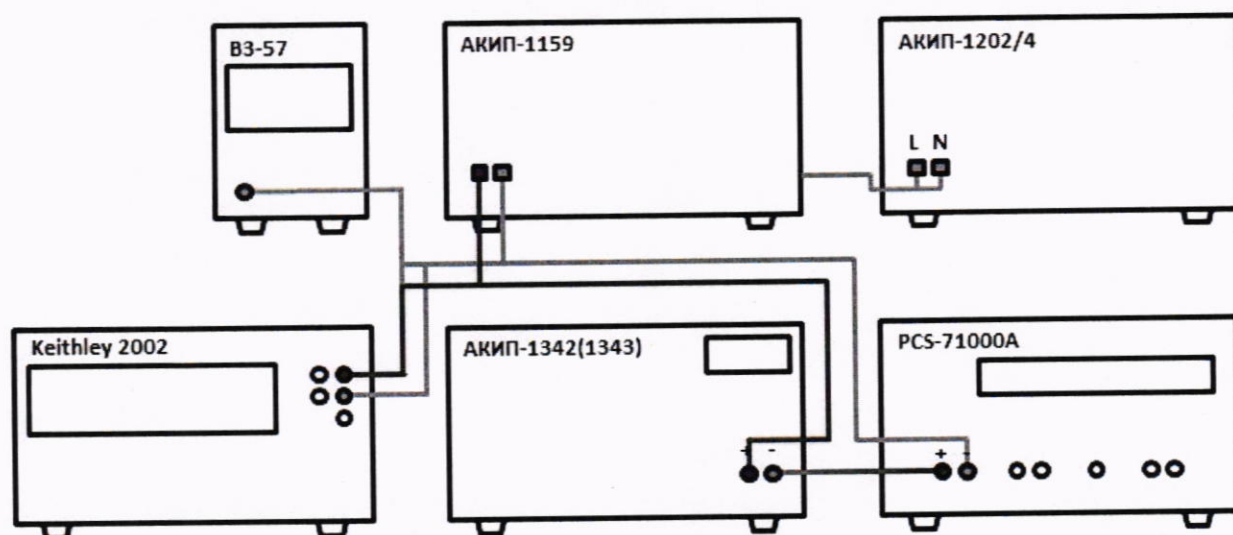


Рисунок 5 – Схема подключения приборов при определении пульсаций выходного тока

9.8.2 На источнике АКПП-1202/4 установить значение выходного напряжения равным номинальному.

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

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

9.8.5 Определить значение сопротивления цепи по формуле (11):

$$R = U_{2002} / I_{PCS} \quad (11)$$

где U_{2002} – значение напряжения в цепи по показаниям Keithley 2002, В;

I_{PCS} – значение силы тока в цепи по показаниям PCS-71000A, А.

9.8.6 По истечении 1 минуты после установки напряжения нагрузки зафиксировать значение уровня пульсаций напряжения в цепи по показаниям микровольтметра ВЗ-57.

9.8.7 Определить значение уровня пульсаций силы тока по формуле:

$$I_{II} = U_{B3-57} / R \quad (12)$$

где U_{B3-57} – значение уровня пульсаций напряжения в цепи по показаниям микровольтметра ВЗ-57, В;

R – значение сопротивления цепи, Ом.

9.8.8 Провести измерения по п. п. 9.8.1 – 9.8.7 для остальных выходных каналов (при наличии).

Результаты поверки прибора считать положительными, если пульсации выходного тока не превышают значений, указанных в таблице 8.

При подтверждении соответствия источника питания метрологическим требованиям руководствуются процедурами, описанными в разделе 9.

Источники считают соответствующими метрологическим требованиям при положительных результатах поверки, установленных в п. п. 9.1 – 9.8.

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